

OGÓLNA  
UPRAWA  
ROŚLIN  
OZDOBNYCH



OGÓLNA  
UPRAWA  
ROŚLIN  
OZDOBNYCH

Mieczysław  
Czekalski

wydanie III poprawione i uzupełnione

Wrocław 2010

Opiniodawca  
prof. dr hab. Marek Jerzy

Opracowanie redakcyjne  
dr Ewa Jaworska

Korekta  
mgr Elżbieta Winiarska-Grabosz

Łamanie  
Teresa Alicja Chmura

Projekt okładki  
mgr Monika Trypuz

Zdjęcia na okładce i w środku dzięki uprzejmości Moniki Trypuz,  
autorki fotografii na stronach 47 i 95.  
Autorem pierwszego zdjęcia na okładce jest Dawid Stern,  
drugiego na okładce i na stronie 81 – Michel Mayerle, zdjęcia na stronie 231 – Hilton McWeeney

Skrypty Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu nr 532

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu,  
Wrocław 1999, 2005, 2010

ISSN 1897-9408  
ISBN 978-83-60574-82-9

**WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO WE WROCŁAWIU**  
**Redaktor Naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki**  
**ul. Sopocka 23, 50–344 Wrocław, tel./fax 71 328–12–77**  
**e-mail: wyd@up.wroc.pl**

Nakład 300+16 egz. Ark. wyd. 16,1. Ark. druk. 15,25  
Druk i oprawa: EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek, Spółka Jawna  
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek

# Spis treści

Przedmowa do wydania I.....	9
Przedmowa do wydania II .....	10
Przedmowa do wydania III.....	11
<b>1. Co to są rośliny ozdobne? .....</b>	<b>13</b>
1.1. Znaczenie roślin ozdobnych.....	14
<b>2. Pochodzenie roślin ozdobnych.....</b>	<b>16</b>
2.1. Obszar tropikalnych lasów równikowych, czyli deszczowych.....	16
2.2. Obszar sawann .....	16
2.3. Obszar lasów laurokształtnych .....	17
2.4. Obszar lasów twardolistnych.....	17
2.5. Obszar stepów i prerii .....	17
2.6. Obszar lasów liściastych .....	17
2.7. Obszar lasów iglastych.....	18
2.8. Obszar półpustyń i pustyń.....	18
<b>3. Rodzaje produkcji roślin ozdobnych .....</b>	<b>20</b>
3.1. Produkcja towarowa.....	20
3.1.1. Nasiennictwo i hodowla.....	21
3.1.2. Produkcja pod osłonami .....	21
3.1.2.1. Szklarnie.....	21
3.1.2.2. Tunele foliowe .....	21
3.2. Produkcja amatorska roślin ozdobnych, czyli na potrzeby własne .....	22
<b>4. Stan produkcji roślin ozdobnych w Polsce .....</b>	<b>23</b>
4.1. Wielkość produkcji i jej struktura do 1989 roku.....	23
4.2. Wielkość produkcji i jej struktura po 1989 roku.....	25
<b>5. Okresowość rozwoju roślin i długość cyklu ich uprawy .....</b>	<b>31</b>
5.1. Rośliny monokarpiczne .....	31
5.2. Rośliny polikarpiczne .....	33
<b>6. Wymagania ekologiczne roślin ozdobnych.....</b>	<b>35</b>
6.1. Światło .....	35
6.1.1. Fotoperiodyzm.....	38
6.1.2. Warunki świetlne.....	40
6.1.3. Doświetlanie światłem sztucznym.....	44
6.1.4. Cieniowanie .....	47
6.1.5. Zaciemnianie .....	48
6.2. Ciepło.....	48
6.2.1. Wymagania ciepłe .....	50
6.2.2. Dodatkowe uwagi o temperaturze w uprawie pod osłonami .....	54
6.2.3. Temperatura podłoża.....	56

6.3. Woda .....	56
6.3.1. Jakość wody.....	59
6.3.2. Zapotrzebowanie na wodę.....	66
6.3.3. Oszczędna gospodarka wodą .....	67
6.3.3.1. Uprawa na stołach zalewowych.....	68
6.3.3.2. Uprawa roślin doniczkowych na matach podsiąkowych .....	70
6.3.3.3. Supersorbenty (sorbenty, hydrożele, akrygele lub akryzele) .....	70
6.4. Dokarmianie roślin ozdobnych dwutlenkiem węgla .....	72
6.4.1. Źródła dwutlenku węgla.....	73
<b>7. Gleba i podłoża.....</b>	<b>75</b>
7.1. Podstawowe pojęcia dotyczące podłoży .....	75
7.2. Uprawy bezglebowe. Ziemie ogrodnicze.....	77
7.3. Podłoża organiczne.....	79
7.4. Hydroponiczne metody uprawy roślin ozdobnych .....	87
7.5. Podłoża inertne.....	93
7.6. Odczyn podłoża .....	98
7.6.1. Neutralizacja odczynu kwaśnego (wapnowanie).....	101
7.6.2. Obniżanie pH.....	101
<b>8. Naczynia do uprawy roślin ozdobnych .....</b>	<b>102</b>
8.1. Zapobieganie nadmiernemu wzrostowi korzeni roślin w pojemnikach .....	105
8.2. Zwalczanie wątrobowców, mchów i glonów w uprawie pojemnikowej .....	106
<b>9. Folia i włóknina w uprawie roślin ozdobnych.....</b>	<b>108</b>
<b>10. Ogólne wiadomości o rozmnażaniu roślin.....</b>	<b>112</b>
10.1. Rozmnażanie wegetatywne przez podział.....	112
10.1.1. Rozmnażanie autowegetatywne .....	113
10.1.1.1. Bakterie stymulują ukorzenianie sadzonek .....	113
10.2. Rozmnażanie <i>in vitro</i> – Marek Jerzy .....	115
10.3. Rozmnażanie heterowegetatywne.....	121
10.4. Rozmnażanie wegetatywne przez specjalne diaspyry .....	122
10.5. Zarodki somatyczne, czyli „sztuczne nasiona” – Marek Jerzy.....	124
10.6. Przemiana pokoleń u paproci.....	125
10.7. Rozmnażanie płciowe (generatywne) .....	126
10.8. Wybór sposobu rozmnażania .....	126
<b>11. Profilaktyka, higiena oraz najgroźniejsze choroby i szkodniki i ich zwalczanie .....</b>	<b>128</b>
11.1. Dezynfekcja podłoża.....	129
11.2. Dezynfekcja konstrukcji szklarni, stołów i przejść.....	129
11.3. Najczęstsze choroby roślin ozdobnych, profilaktyka i zwalczanie.....	130
11.4. Najgroźniejsze szkodniki roślin ozdobnych .....	131
11.5. Środki ochrony roślin pochodzenia naturalnego .....	135
11.6. Efektywne mikroorganizmy .....	136
11.7. Organizmy pożyteczne.....	138

11.8. Techniczne urządzenia do zwalczania chorób i szkodników w uprawie pod osłonami.....	139
11.9. Sposoby monitorowania szkodników w uprawach pod osłonami.....	141
<b>12. Wymagania pokarmowe roślin ozdobnych.....</b>	<b>143</b>
<b>13. Zasady nawożenia roślin ozdobnych .....</b>	<b>149</b>
13.1. Nawozy mineralne w uprawie roślin ozdobnych.....	151
13.2. Nawozy o spowolnionym działaniu .....	153
13.3. Formułowanie zaleceń nawozowych.....	155
13.3.1. Wartość standardowa .....	155
13.3.2. Nawożenie podstawowe .....	156
13.3.3. Nawożenie pogłównne, czyli zasilanie .....	157
13.3.4. Nawożenie dolistne.....	157
<b>14. Regulatory roślinne w uprawie roślin ozdobnych .....</b>	<b>164</b>
14.1. Ważniejsze regulatory roślinne .....	164
14.2. Inhibitory wzrostu.....	167
14.3. Zastosowanie regulatorów wzrostu w uprawie roślin ozdobnych .....	168
14.3.1. Stymulowanie ukorzenia sadzonek .....	168
14.3.2. Pobudzanie rozkrzewiania.....	170
14.3.3. Hamowanie wzrostu, czyli tzw. skarlanie.....	171
14.3.4. Hamowanie bądź eliminowanie epinastii .....	173
14.3.5. Pobudzanie zawiązywania i rozwoju kwiatów .....	173
14.3.6. Zapobieganie zamieraniu oraz zrzucaniu pąków i kwiatów .....	174
14.3.7. Opóźnianie starzenia się kwiatów .....	174
14.3.8. Przerywanie spoczynku roślin .....	174
14.3.9. Stymulowanie kiełkowania nasion .....	175
14.3.10. Stosowanie w kulturach <i>in vitro</i> .....	175
<b>15. Uprawa roślin ozdobnych w systemach zamkniętych.....</b>	<b>177</b>
15.1. Układ fertygacyjny bez recykulacji pożywki .....	177
15.2. Fertygacyjny układ recykulacyjny .....	178
15.3. Dezynfekcja pożywki w układach recykulacyjnych .....	179
<b>16. Kompleksowa technologia produkcji roślin doniczkowych i rabatowych.....</b>	<b>181</b>
<b>17. Energooszczędna produkcja roślin ozdobnych.....</b>	<b>182</b>
17.1. Czynniki techniczne pozwalające oszczędzać energię .....	182
17.2. Rośliny energooszczędne i doskonalenie technologii produkcji .....	183
<b>18. Nowe rośliny ozdobne .....</b>	<b>189</b>
18.1. Introdukcja ze stanowisk naturalnych.....	189
18.2. Hodowla i selekcja .....	191
18.3. Reintrodukcja roślin zapomnianych za pomocą nowych technologii uprawy i dzięki nowym możliwościom zastosowania .....	192
18.4. Badania i ocena nowych roślin ozdobnych oraz przepływ informacji do producentów.....	193
18.5. Rośliny transgeniczne.....	193

18.6. Wybrane publikacje autora książki o nowych i rzadko uprawianych w Polsce roślinach ozdobnych.....	194
<b>19. Pędzenie i przyspieszanie kwitnienia roślin ozdobnych.....</b>	<b>200</b>
19.1. Pędzenie najważniejszych roślin cebulowych i bulwiastych.....	202
19.2. Pędzenie i przyspieszanie kwitnienia krzewów i drzew ozdobnych.....	216
19.2.1. Zarys uprawy krzewów do przyspieszania kwitnienia w formie ściętych gałęzi .....	220
19.2.2. Pędzenie i przyspieszanie kwitnienia ściętych gałęzi .....	221
<b>20. Zbiór kwiatów ciętych i dalsze postępowanie.....</b>	<b>223</b>
20.1. Pora zbioru kwiatów .....	223
20.2. Faza rozwoju cięcia kwiatów .....	224
20.3. Sposób cięcia i postępowanie bezpośrednio po ścięciu .....	224
20.4. Dlaczego kwiaty cięte szybciej więdną i starzeją się? .....	225
20.5. Postępowanie z kwiatami po ścięciu – uwagi ogólne .....	226
20.5.1. Kondycjonowanie kwiatów .....	226
20.5.2. Najważniejsze preparaty do przedłużania trwałości kwiatów .....	226
20.6. Rola cukru w przedłużaniu trwałości kwiatów ciętych .....	229
20.7. Zabezpieczanie kwiatów przed działaniem etylenu.....	230
20.8. Przechowywanie kwiatów ciętych .....	231
<b>21. Przygotowanie kwiatów do transportu i ich transport .....</b>	<b>233</b>
<b>22. Literatura .....</b>	<b>236</b>



## *Przedmowa do wydania I*

Książkę tę przygotowałem dla Studentów specjalności ogrodnictwo w Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Mam nadzieję, że pomoże im w przyswojeniu niełatwej przecież wiedzy z zakresu podstaw uprawy roślin ozdobnych. Przedstawiając poszczególne zagadnienia, starałem się – gdzie tylko było to możliwe – naszkicować podstawy teoretyczne, a potem dać rozwinięcie o znaczeniu praktycznym. Zdaję sobie sprawę, iż nie zawsze udało mi się to jednakowo pomyślnie. Dążyłem, aby w miarę możliwości uwypuklić fizjologiczne podstawy opisywanych zjawisk i procesów. Bo właśnie osiągnięcia fizjologii roślin umożliwiły ogromny postęp w produkcji roślin ozdobnych. Dzięki nim możliwe stało się na przykład sterowanie kwitnieniem roślin dnia krótkiego na z góry określony termin. Dla zrozumienia toku wykładu zasygnalizowałem pewne wiadomości z zakresu inżynierii ogrodniczej, fizjologii i nawożenia roślin, lecz w żadnym wypadku przedmiotów tych nie zastąpiłem. Przed kursem ogólnej uprawy roślin ozdobnych Student powinien już je opanować. Postęp w dziedzinach umożliwiających prowadzenie nowoczesnej produkcji roślin ozdobnych jest obecnie tak ogromny, że każda książka na ten temat musi być co kilka lat aktualizowana. Dlatego, aby podążyć za nowoczesnością, należy na bieżąco pilnie studiować literaturę naukową i fachową, do czego Studentów gorąco namawiam. Zakres wykładów umieszczonych w książce jest zgodny z programem nauczania przedmiotu „Podstawy kwiaciarstwa” i ich dobra znajomość stanowi rękojmię zaliczenia przedmiotu. Pomiąłem zagadnienia związane z rozmnażaniem roślin ozdobnych i kilka innych, ponieważ są one szczegółowo omawiane na ćwiczeniach.

Nazewnictwo łacińskiej rośliny oparte jest na słowniku nazw roślin „ZANDER, Handwörterbuch der Pflanzennamen”. Wyd. 15. (F. Encke, G. Buchheim und S. Seybold 1994, Verlag E. Ulmer, Stuttgart).

Panom: prof. dr. hab. Markowi Jerzemu z Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy i prof. dr. hab. Henrykowi Chmielowi ze Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie dziękuję serdecznie za cenny i konstruktywny wkład w ostateczne opracowanie tej książki.

**Mieczysław Czekalski**

## ***Przedmowa do wydania II***

Wydanie II wzbogacono o nowe rozdziały istotne dla nowoczesnej produkcji kwiaciarskiej: *Naczynia do uprawy roślin*, *Folia i włóknina w uprawie roślin ozdobnych*, *Ogólne wiadomości o rozmnażaniu roślin*, w tym rozmnażanie *in vitro* i za pomocą „sztucznych nasion” i *Profilaktyka, higiena oraz najgroźniejsze choroby i szkodniki i ich zwalczanie*. Informacje zawarte we wszystkich rozdziałach dostarczają wiedzy aktualnej na koniec 2004 roku. Nazewnictwo łacińskie roślin oparte jest na słowniku nazw roślin „ZANDER, Handwörterbuch der Pflanzennamen”. Wyd. 17. (W. Erhardt, E. Götz, N. Bödeker und S. Seybold 2002, Verlag E. Ulmer, Stuttgart).

Obecne wydanie książki służyć może wszystkim studentom ogrodnictwa w kraju.

Panu prof. dr. hab. Markowi Jerzemu z Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu dziękuję za napisanie podrozdziału o rozmnażaniu roślin *in vitro*.

Pani dr inż. Joannie Krause dziękuję za weryfikację danych odnośnie do pędzenia cebulowych i bulwiastych roślin ozdobnych.

**Mieczysław Czekalski**

## *Przedmowa do wydania III*

Wydanie III wzbogacono o nowe podrozdziały istotne dla nowoczesnej produkcji kwaciarskiej: *Efektywne mikroorganizmy i Organizmy pożyteczne*. Obydwie te grupy organizmów są bardzo pomocne w utrzymaniu higieny uprawy pod osłonami. Zgodnie z rozporządzeniem Komisji Europejskiej zaktualizowano listę środków chemicznych stosowanych do dezynfekcji oraz do zwalczania chorób i szkodników. Asortyment nawozów dostosowano do obecnych wymagań kwaciarstwa oraz potrzeb w najbliższej przyszłości. Nazewnictwo łacińskie roślin oparto na najnowszym słowniku nazw roślin „ZANDER Handwörterbuch der Pflanzennamen”. Wyd. 18. (W. Erhardt, E. Götz, N. Bödeker, S. Seybold., 2008. Verlag E. Ulmer, Stuttgart).

Informacje zawarte we wszystkich rozdziałach dostarczają wiedzy aktualnej w 2009 roku.

Obecne wydanie książki, podobnie jak dwa wcześniejsze, służyć może wszystkim studentom ogrodnictwa w kraju.

Panu prof. dr hab. Markowi Jerzemu z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu dziękuję za napisanie podrozdziałów o rozmnażaniu roślin *in vitro* i za pomocą „sztucznych nasion”.

Pani dr inż. Joannie Krause dziękuję za weryfikację danych odnośnie do pędzenia cebulowych i bulwiastych roślin ozdobnych.

Panu dr inż. Piotrowi Chochurze z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu dziękuję za pomoc w wyborze nawozów odpowiednich do produkcji roślin ozdobnych.

**Mieczysław Czekalski**



Rośliny ozdobne służą człowiekowi do zaspokojenia potrzeb wyższego rzędu, czyli estetycznych. Ogólne odczucia estetyczne ludzi są podobne, lecz w szczegółach różnią się ogromnie. Gusty w tym względzie są nie tylko rozmaite, lecz zmieniają się z wiekiem i okolicznościami oraz modą kreowaną przez wszechpotężną reklamę. Roślin ozdobnych jest jednak wystarczająco dużo, co gwarantuje zaspokojenie wymagań każdego człowieka. Najogólniej biorąc, za rośliny ozdobne uważa się gatunki i odmiany wyróżniające się oryginalnym wyglądem, czyli tzw. pokrojem, pięknymi kwiatami i ładnym ulistnieniem. Reprezentowane są przez taksony jednoroczne, dwuletnie, wieloletnie – zimą przechowywane w pomieszczeniach i byliny oraz drzewa, krzewy i krzewinki. Towarzyszą one człowiekowi w ciągu całego życia – od narodzin do śmierci. Służą do wyrażania szacunku, przyjaźni, uznania i hołdu. Są podstawowym składnikiem w kształtowaniu terenów zieleni oraz chętnie się je sadi w ogrodach przydomowych i działkowych. Niekiedy uważane są za towar luksusowy, bez którego, chociażby w najskromniejszej skali, trudno się jednak obejść. Skoro są towarem, to przynoszą określony zysk ekonomiczny, i to największy spośród wszystkich działów produkcji ogrodniczej, pod warunkiem stosowania nowoczesnych technologii z automatyzacją włącznie.

**Ile jest roślin ozdobnych?** Odpowiedź jest trudna i prawdopodobnie nie zna jej nikt. W dalszym bowiem ciągu odkrywane są nowe gatunki, liczne z nich *in extenso* wzbogacają asortyment roślin ozdobnych, inne – po krótkiej „obróbce” technologicznej bądź hodowlanej. W miarę postępu biotechnologii powstają nowe rośliny transgeniczne. Liczne gatunki roślin znanych, u których nie dopatrzono się wcześniej walorów dekoracyjnych, po zastosowaniu nietradycyjnych sposobów uprawy, ekspozycji i hodowli postrzegane są jako atrakcyjne i znajdują chętnych nabywców. Niektórzy uważają, że niemal każda roślina naczyniowa (kwiatowa) ma jakieś cechy dekoracyjne, nawet pospolita pokrzywa dwupienna (*Urtica dioica* L.). Gusty ludzi są bowiem różne, a z nimi – jak wiadomo – dyskutować nie należy („*De gustibus non disputandum est*”).

**Liczba gatunków roślin okrytozalążkowych** na Ziemi wynosi około 260 000. Najliczniejszymi w gatunki, w tym także ozdobne, są rodziny storczykowate (*Orchidaceae*) i astrowate (*Asteraceae*) – po około 30 000, bobowate (*Fabaceae*) – około 20 000, trawy (*Poaceae*) i wilczomleczone (*Euphorbiaceae*) – po około 12 000 oraz liliowate (*Liliaceae*) – około 3 500. Rodzajów w podgromadzie okrytozalążkowych (*Angiospermae* = *Magnoliophytina*) jest około 12 000. Do pięciu z nich należy 1000 i więcej gatunków: traganek (*Astragalus*), wilczomlec (Euphorbia) i starzec (*Senecio*) – po około 2000, różanecznik (*Rhododendron*) – 1300, figowiec (*Ficus*) – 1000. Liczba odmian ogrodowych jest nie do określenia, gdyż stale powstają setki, a może tysiące nowych. Na przykład liczbę odmian różaneczników szacuje się na około 30 000, a wg danych Międzynarodo-

wego Rejestru Odmian Różaneczników (International Rhododendron Register) co roku przybywa 600 nowych. Nie wszystkie nowo wyhodowane odmiany są jednak zgłaszane do rejestracji, ponieważ wiąże się ona z kosztami.

## 1.1. Znaczenie roślin ozdobnych

Wspomniano wcześniej, iż rośliny ozdobne towarzyszą człowiekowi w ciągu całego jego życia, jako element piękna i radości. W 1990 r. powstała w USA Rada Ludzie–Rośliny (People-Plant Council, PPC), której celem jest dokumentacja i popularyzacja badań nad oddziaływaniem roślin na samopoczucie, zachowanie i zdrowie człowieka. Organizacja ta inicjuje i finansuje badania interdyscyplinarne, w których obok naukowców ogrodników biorą udział także lekarze, psycholodzy, psychiatrzy i socjologowie. Popularyzacja wyników tych badań ma na celu poprawę jakości życia człowieka.

Okazało się, że rośliny w szerokim zakresie oddziałują bezpośrednio korzystnie na psychikę człowieka. Ponadto stwarzają także komfortowe warunki w sensie fizycznym: oczyszczają powietrze, modyfikują temperaturę, zwiększają wilgotność powietrza, zasłaniają mało atrakcyjne widoki itp. To pozytywne oddziaływanie roślin uwidacznia się szczególnie w mikroklimacie miejskim. Rośliny pochłaniają związki nieorganiczne zanieczyszczające powietrze, takie jak:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$  i  $\text{Cl}_2$ . Lecz różnią się one znacznie zdolnością do „przerobu” różnych gazów, dlatego ich skuteczność w oczyszczaniu atmosfery jest bardzo zróżnicowana. W Japonii opracowano specjalne zalecenia dotyczące sadzenia w miastach gatunków drzew szczególnie skutecznie obniżających zawartość gazów szkodliwych w atmosferze.

Stężenie gazów szkodliwych jest wysokie zwłaszcza w pomieszczeniach nowoczesnych, energooszczędnych i dobrze uszczelnionych budynkach. W pomieszczeniach tego typu zagrożenia dla zdrowia stwarzają również gazy organiczne, przede wszystkim niektóre węglowodory. Wymienia się wśród nich formaldehyd, dostający się do atmosfery w wyniku spalania różnych paliw i śmieci, używania rozpuszczalników organicznych oraz reakcji węglowodorów z ozonem. Stężenie formaldehydu w atmosferze będzie wzrastać, jeżeli silniki napędzane benzyną czy ropą zastąpi się silnikami metanolowymi. W pomieszczeniach stężenie formaldehydu jest większe niż na zewnątrz. Głównym źródłem tego gazu są tutaj farby i lakiery używane do produkcji mebli i różne materiały syntetyczne, np. wykładziny. Stężenie formaldehydu w miastach USA w latach dziewięćdziesiątych minionego wieku wynosiło od 6,6 do 45,9 ppb., podczas gdy w pomieszczeniach od 26,9 do 101,7 ppb.

Wykazano, że formaldehyd znajdujący się w atmosferze jest pobierany przez rośliny i przetwarzany do cukrów i aminokwasów. W atmosferze zawierającej 400 ppb formaldehydu rośliny rosły szybciej i miały więcej sacharozy i glicyny w liściach. Tak więc gaz ten w stężeniach, w jakich występuje w pomieszczeniach i na zewnątrz, nie szkodzi roślinom. Rośliny mogą zatem służyć jako skuteczne pochłaniacze tego gazu.

Pośród zbadanych 50 gatunków roślin najszybciej – 20  $\mu\text{g/h}$  (mikrogramów na godzinę) usuwały formaldehyd z pomieszczeń paproć nefrolepis wysoki (*Nephrolepis exaltata* (L.) Schott) i uprawiana w doniczce chryzantema wielkokwiatowa (*Chrysanthemum ×grandiflorum* (Ramat.) Kitam.). 12  $\mu\text{g/h}$  tego gazu usuwały m.in. gerbera Jamesona (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook.), daktylowiec niski (*Phoenix roebelenii* O'Brien),

dracena deremeńska (*Dracaena deremensis* Engl.), chamedorea Seifriza (*Chamaedorea seifrizii* Burret), figowiec sprężysty (*Ficus elastica* Roxb.) i bluszcz pospolity (*Hedera helix* L.). 10 µg/h usuwają m.in. figowiec Benjamina (*Ficus benjamina* L.), skrzydłokwiat (*Spathiphyllum* sp.), złotowiec żółtawy (*Chrysalidocarpus lutescens* H. Wendl.) i dracena wonna (*Dracaena fragrans* (L.) Ker-Gawl.). Zatem największe znaczenie w usuwaniu szkodliwego formaldehydu mają rośliny wieloletnie o ozdobnych liściach.

Szkodliwymi substancjami wydzielanymi we wnętrzach są także ksylen, toluen, benzen, trójchloroetylen, chloroform, amoniak, aceton i inne. Ksylen i toluen usuwają m.in. złotowiec żółtawy (19 µg/h), daktylowiec niski (18 µg/h); difenbachia (*Diefenbachia* sp.), dracena obrzeżona (*Dracaena marginata* Lam.) i nefrolepis wysoki – 10 µg/h; dracena wonna, figowiec Benjamina i skrzydłokwiat – po 8 µg/h. Skrzydłokwiat pochłania z powietrza aceton, trójchloroetylen, benzen i formaldehyd, dlatego jest rośliną bardzo cenną w pomieszczeniach, bo „przyjazną” człowiekowi.

Rośliny doniczkowe, stosowane do dekoracji wnętrz, dzięki transpiracji podwyższają wilgotność względną powietrza, co wpływa na zmniejszenie zawartości szkodliwych dla zdrowia mikroorganizmów o około 50%. Działanie takie mają prawdopodobnie terpeny i fenole wydzielane przez rośliny [Nowak 1997].

Rośliną doskonale znoszącą warunki współczesnych szczelnych i ciepłych wnętrz jest pandan Veitcha (*Pandanus tectorius* Parkinson ex Du Roi; syn. *P. veitchii* Mast.) pochłaniający zapewne także duże ilości związków szkodliwych dla człowieka.

Do dekoracji wnętrz stosowane są również rośliny zawierające pewne ilości substancji toksycznych. Zatrucie tymi roślinami zdarza się jednak niezmiernie rzadko. Nie należy ich żuć i gryźć, a podczas prac pielęgnacyjnych (przesadzanie, cięcie, dzielenie) trzeba mieć założone na rękach gumowe rękawiczki. Do roślin toksycznych (w różnym stopniu) zaliczane są m.in.: anturium (saponiny), difenbachia (?), pierwiosnek – *Primula*, np. *P. obconica* Hance – pierwiosnek kubkowaty (primulina), oleander pospolity – *Nerium oleander* L. (saponiny, glikozydy, oleandryna), róża chińska – *Hibiscus rosa-sinensis* L. (cyjanowodór), wilczomlecz piękny (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzch), figowce i trójskrzyzyn pstrolistny (*Codiaeum variegatum* (L.) Blume var. *variegatum*) – zawierają bowiem trujący sok mleczny.

## 2.

## Pochodzenie roślin ozdobnych

---

Rośliny ozdobne uprawiane w ogrodach i szklarniach pochodzą z różnych obszarów kuli ziemskiej, gdzie są składnikami rozmaitych zbiorowisk roślinnych (fitocenozy). Znajomość warunków przyrodniczych występujących w ojczyźnie danego gatunku umożliwia poznanie i zrozumienie jego wymagań odnośnie do warunków, w których żyje, np. rodzaju i zasobności gleby (podłoża), temperatury, światła, wilgotności itp. Wyróżniono 8 obszarów geograficzno-roślinnych, z których pochodzą rośliny ozdobne [Chmiel 1993].

### 2.1. Obszar tropikalnych lasów równikowych, czyli deszczowych

Charakteryzuje się roczną sumą opadów dochodzącą do 6000 mm (lokalnie jeszcze większą) i średnią temperaturą miesięczną nie spadającą poniżej 20°C. Pochodzą stąd m.in. liczne gatunki z rodziny storczykowatych, obrazkowatych (*Araceae*), ananasowatych (*Bromeliaceae*), ukośnicowatych (*Begoniaceae*) i wiele paproci. Rosną tam także figowce: świątnicowy (*Ficus religiosa* L.) i Benjamina (*F. benjamina* L.), różne gatunki pandanów (*Pandanus*), męczennic (*Passiflora*), bugenwilli (*Bougainvillea*), ketmii (*Hibiscus*), filodendronów (*Philodendron*), monster (*Monstera*) i liczne inne rośliny ciepłolubne, uprawiane u nas w szklarniach i służące do dekoracji ogrzewanych wnętrz. Lasy takie występują zwłaszcza w Afryce równikowej, na półwyspie gwinejskim, od Konastry po Akre, w Ameryce Południowej głównie w Brazylii, na obszarze amazońskim i w Gujanie.

### 2.2. Obszar sawann

Porastają go głównie trawy, wśród których rosną grupy drzew i palm lub kserofitycznych krzewów. Klimat jest tam ciepły, roczna suma opadów wynosi od 900 do 1500 mm, lecz występuje wyraźnie zaznaczona pora sucha, przypadająca na zimę. Temperatura wynosi od 14 do 20°C podczas suszy i od 20 do 24°C w porze deszczowej. Pochodzą stąd niektóre gatunki kaktusów, dalia (*Dahlia*), mieczyk (*Gladiolus*), cantedeskia etiopska (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.), wilczomlecz piękny (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch.), krasnokwiat (*Haemanthus*), szparag (*Asparagus*), kosmos (*Cosmos*), ak-samitka (*Tagetes*), cynia (*Zinnia*) i wiele innych cennych roślin ozdobnych. Sawanny występują na przykład na ogromnych obszarach Afryki Południowej.



### 2.3. Obszar lasów laurokształtnych

Występuje tam, gdzie przez cały rok temperatura jest dość wysoka, amplitudy jej są niewielkie, a ilość opadów jest równomiernie rozłożona w ciągu roku. Lasy takie można spotkać w Japonii, na Półwyspie Koreańskim, Wyspach Kanaryjskich, na Florydzie, w Chile, w górach Azji Mniejszej oraz na Kaukazie. Z obszarów tych pochodzą m.in.: laur szlachetny (*Laurus nobilis* L.), mirt pospolity (*Myrtus communis* L.), niektóre gatunki różaneczników i magnolii (*Magnolia*), hortensja ogrodowa (*Hydrangea macrophylla* Ser.), pierwiosnki (*Primula*), peperomie (*Peperomia*), liczne gatunki kordyliiny (*Cordyline*).

### 2.4. Obszar lasów twardolistnych

Tworzą zarośla zawsze zielonych krzewów. Klasycznym przykładem tego typu zbiorowiska roślinnego jest śródziemnomorska makia. Susza trwa tam 4–6 miesięcy. Lato jest suche i upalne, temperatura lipca wynosi 22–28°C, a opady – około 20 mm. Zima jest łagodna, temperatura wynosi od 5 do 12°C, a opady deszczu – 500–700 mm. Z obszarów tych pochodzą m.in.: palma karłatka niska (*Chamaerops humilis* L.), tulipan (*Tulipa sylvestris* L.), narcyz biały (*Narcissus poeticus* L.), kocanki (*Helichrysum*), nagietki (*Calendula*), szalwia (*Salvia*), lewkonia (*Matthiola*), bardzo liczne gatunki eukaliptusów (*Eucalyptus*) z Australii. W Europie lasy laurokształtne i twardolistne zajmują dość wąski pas pobrzeża Morza Śródziemnego oraz południową część Hiszpanii.



### 2.5. Obszar stepów i prerii

Charakteryzuje się klimatem kontynentalnym, o wyraźnie zaznaczonych dwóch okresach spoczynku: suchym i upalnym latem oraz mroźną zimą. Z ogólnej rocznej sumy opadów 350–500 mm maksimum przypada na wiosnę, minimum – na lato. Z obszarów tych pochodzą m.in. rośliny z rodziny liliowatych i kosaćcowatych (*Iridaceae*), a więc tulipany i kosańce (*Iris*), zawilec (*Anemone*), goździki (*Dianthus*), aster nowobelgijski (*Aster novi-belgii* L.) i nowoangielski (*A. novae-angliae* L.), nawłóć (*Solidago*), rudbekia (*Rudbeckia*), cyklamen perski (*Cyclamen persicum* Mill.). W Europie stepy występują w prowincjach: Bałkańsko-Mezjaskiej, Wschodnioeuropejskiej i Czarnomorskiej (pontyjskiej), a w Azji – w Syberii Zachodniej i na płaskowyżu północnej i wschodniej Mongolii oraz północno-wschodniej części Chin.

### 2.6. Obszar lasów liściastych

Tworzą rośliny drzewiaste zrzucające liście na zimę. Zbiorowiska tego typu występują także w Polsce, czyli są one charakterystyczne dla klimatu umiarkowanego, znajdującego się pod wpływem klimatu morskiego. Ze zbiorowisk tych pochodzą m.in.

rośliny drzewiaste: bluszcz pospolity (*Hedera helix* L.) – jedyna nasza rodzima liana o liściach zawsze zielonych, wiciokrzew pomorski (*Lonicera peryclimenum* L.) – liana o liściach opadających na zimę, suchodrzew zwyczajny (*Lonicera xylosteum* L.), kłokoczka południowa (*Staphylea pinnata* L.) – piękny rodzimy krzew ozdobny, lecz bardzo rzadko uprawiany, kalina koralowa (*Viburnum opulus* L.), trzmielina pospolita (*Euonymus europaeus* L.), wawrzynek wilczełyko (*Daphne mezereum* L.) – wczesnie kwitnący krzew ozdobny, lecz silnie trujący, barwinek pospolity (*Vinca minor* L.) oraz zielne: konwalia majowa (*Convallaria majalis* L.), kokoryczka wielokwiatowa (*Polygonatum multiflorum* All.), lilia złotogłów (*Lilium martagon* L.), śnieżyca wiosenna (*Leucoium vernum* L.), marzanka wonna (*Galium odoratum* (L.) Scop.; syn. *Asperula odorata* L.), kokorycz pusta (*Corydalis cava* Schw. et K.), fiołki, zwłaszcza fiołek wonny (*Viola odorata* L.), zawilce – gajowy (*Anemone nemorosa* L.), żółty (*A. ranunculoides* L.), wielkokwiatowy (*A. sylvestris* L.). Z lasów liściastych występujących na innych obszarach geograficznych pochodzą uprawiane w parkach i ogrodach, np. magnolie (*Magnolia*), surmie (*Catalpa*), klony (*Acer*) czy tulipanowiec amerykański (*Liriodendron tulipifera* L.).

W wykazie roślin pochodzących z obszaru lasów liściastych celowo podano większą liczbę taksonów rodzimych, dorównujących wartością dekoracyjną lub nawet przewyższających liczne gatunki obcego pochodzenia, które jesteśmy skłonni faworyzować.

## 2.7. Obszar lasów iglastych

Rozciąga się w strefach północnych – Europa Północna, Syberia, zachodnia i północna Kanada oraz w wyższych partiach górskich. Lasy iglaste występujące w Polsce w dominującej części zostały założone przez człowieka. Roślinność poszycia i runa tych lasów jest stosunkowo uboga. Spośród krzewinek na uwagę zasługuje przede wszystkim wrzos pospolity [*Calluna vulgaris* (L.) Hull], szczodrzeniec rozesłany [*Chamaecytisus ratisbonensis* (Schaeff.) Rothm.], szczodrzeniec czerniejący (*Cytisus nigricans* L.), janowiec barwierski (*Genista tinctoria* L.), pajęcznica gałęzista (*Anthericum ramosum* L.), dzwonek okrągłolistny (*Campanula rotundifolia* L.), paprocie – paprotka zwyczajna (*Polypodium vulgare* L.), orlica pospolita [*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.], narecznica samcza (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott) oraz nawłóć pospolita (*Solidago virgaurea* L.) i macierzanka piaskowa (*Thymus serpyllum* L.).

## 2.8. Obszar półpustyń i pustyń

Charakteryzuje się niskimi opadami, nie przekraczającymi 250 mm rocznie. Mimo to roślinność jest tam dość bogata. Pustynie gorące znajdują się w dwóch pasach przebiegających ukośnie wzdłuż obydwu zwrotników, a pustynie zimne zajmują najwyższe wyżyny ziemi (Tybet) oraz najwyższe grzbiety i szczyty gór.

Rośliny półpustyń i pustyń wykształciły specyficzne przystosowania umożliwiające im niezwykle oszczędną gospodarkę wodną. Do najważniejszych można zaliczyć kseromorficzną budowę, maksymalną redukcję powierzchni transpiracji, silnie rozwiniętą tkankę wodonośną (u sukulentów), bardzo głęboki lub rozległy system korzeniowy. Spośród roślin półpustyń i pustyń w ogrodnictwie ozdobnym największe znaczenie mają

kaktusy (rodzina *Cactaceae*), gruboszowate (*Crassulaceae*), wilczomleczowate (*Euphorbiaceae*) i przypołudnikowate (*Aizoaceae*). Szczególnie duże bogactwo kaktusów występuje na pustyniach w Meksyku, np. przedstawiciele rodzajów *Cereus*, *Echeveria*, *Echinocactus*, *Mammillaria*, *Opuntia*, *Lophophora*. Na pustyniach amerykańskich, zwłaszcza w Arizonie rosną liczne gatunki agaw, w tym najlepiej znana agawa amerykańska (*Agave americana* L.). Pustynie w Afryce Południowej dostarczyły roślin ozdobnych m.in. z rodzajów *Aloë*, *Kalanchoë*, *Crassula*, *Cotyledon*, *Lithops*, *Pelargonium*.

W Izraelu, na pustyni Negew, gdzie w niektórych miejscach opady roczne nie przekraczają 25 mm, pięknie kwitną m.in. sternbergia bezłodygowa (*Sternbergia clusiana* (Ker-Gawl.) Spreng., kosaciec ciemny (*Iris atrofusca* Baker) i kosaciec purpurowy (*I. atropurpurea* Baker) [Czekalski 2007].

# 3.

## Rodzaje produkcji roślin ozdobnych

---

Produkcję roślin ozdobnych można podzielić na towarową i amatorską.

### 3.1. Produkcja towarowa

Powstała i rozwinęła się na ogromną skalę dzięki dużemu zapotrzebowaniu na rośliny ozdobne o różnym zastosowaniu i o każdej porze roku. W ciągu lat podlegała zmianom i doskonaleniu wskutek wprowadzania nowych gatunków i odmian oraz nowych technik i technologii. Współczesna produkcja towarowa wielu gatunków roślin ozdobnych odbywa się w sposób przemysłowy, z wykorzystaniem automatyki i techniki komputerowej. Jednocześnie produkuje się olbrzymią liczbę roślin, dzięki czemu ich cena detaliczna jest niska. Znamioną jej cechą jest specjalizacja. W tak zorganizowanej produkcji przodują: Holandia, Izrael, Dania, Stany Zjednoczone i Niemcy. W Polsce produkcja o podobnych cechach dopiero się rozpoczyna, dlatego wymaga dużych nakładów i cena produktu końcowego musi być również wysoka. Z tego powodu rośliny ozdobne wyprodukowane w naszym kraju są droższe od importowanych z Europy Zachodniej. Przynosi to niewątpliwie korzyści klientom kupującym kwiaty, lecz hamuje rozwój i postęp polskiego kwiaciarstwa. W produkcji roślin ozdobnych w Polsce jeszcze stale znaczenie ma terminowość zapotrzebowania. Obserwuje się wyraźne okresy zwiększonego popytu, np. podczas niektórych świąt kościelnych i okolicznościowych czy popularnych imienin.

Produkcja towarowa roślin ozdobnych jest prowadzona w gruncie, pod osłonami i w laboratoriach *in vitro*. W gruncie produkuje się rozsądę niektórych roślin jednorocznych, dwuletnich i bylin oraz prowadzi się reprodukcję cebul przeznaczonych do pędzenia, np. tulipanów i narcyzów. Uprawia się rośliny na kwiaty cięte i do suchych kompozycji, służących do dekoracji wnętrz. W gruncie prowadzi się także produkcję drzew i krzewów z odsłoniętym systemem korzeniowym oraz w pojemnikach. Dział ten nazywa się szkółkarstwem ozdobnym. W polskim szkółkarstwie w ostatnich latach nastąpił ogromny postęp, dzięki któremu osiągnęło ono poziom europejski.

Zadaniem produkcji towarowej jest także dostarczenie roślin na potrzeby terenów zieleni miast i wsi, uzdrowisk, cmentarzy, budynków użyteczności publicznej itp. W ostatnich latach zakłady ogrodnicze produkujące rośliny ozdobne do wymienionych celów mocno podupadły. W Polsce w ogóle nie istnieje tzw. ogrodnictwo cmentarne, z tego względu cmentarze nasze wyglądają jak kamienne pustynie. W Europie Zachodniej, zwłaszcza w Niemczech, gdzie ten dział ogrodnictwa ozdobnego prezentuje bardzo wysoki poziom, cmentarze przypominają parki lub barwne ogrody.

### ***3.1.1. Nasiennictwo i hodowla***

Zajmuje się reprodukcją i tworzeniem nowych odmian roślin ozdobnych. Przed 1989 r. działały te były domeną sektora państwowego. Obecnie rozwijają się w zakładach prywatnych i spółkach. Od 1961 r. rozpoczęto państwową ocenę, a od 1968 r. rejestrację nowo wyhodowanych odmian roślin ozdobnych. Prowadzi ją Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) w Słupi Wielkiej w woj. wielkopolskim. Do tej pory wpisano do państwowego rejestru polskich odmian oryginalnych około 1000 odmian. Stosunkowo najliczniej są reprezentowane: aster chiński, mieczyk ogrodowy, lewkonia letnia, dalia, petunia ogrodowa i tulipan.

### ***3.1.2. Produkcja pod osłonami***

Odbywa się w inspektach, szklarniach i tunelach foliowych. Inspekty, w swoim czasie mocno rozpowszechnione – obecnie systematycznie tracą na znaczeniu, lecz w uprawie niektórych roślin – zwłaszcza wrażliwszych na chłody – stanowią ważne uzupełnienie szklarni. W dalszym ciągu przydatne są do produkcji rozsąd roślin jednorocznych i dwuletnich, oraz bylin. Inspekt składa się ze skrzyni drewnianej i okien. Mogą być jednospadowe i wtedy mają szerokość jednego okna lub dwuspadowe, tzw. belgijski o szerokości dwóch okien. Często mają ściany boczne ze szkła zbrojonego. W Polsce używane są okna warszawskie o wymiarach  $1,30 \times 1$  m z jedną szczebliną i okna znormalizowane –  $1,50 \times 1$  m z dwoma szczeblinami.

#### ***3.1.2.1. Szklarnie***

Są to budynki oszklone używane do całorocznej produkcji roślin. Ze względu na utrzymywaną temperaturę można je podzielić na: zimne – o temperaturze od 0 do  $5^{\circ}\text{C}$ , chłodne – od 5 do  $10^{\circ}\text{C}$ , umiarkowane – od 10 do  $18^{\circ}\text{C}$  i ciepłe – od 18 do  $30^{\circ}\text{C}$ . W praktyce wyróżnia się szklarnie ogrzewane i nieogrzewane. Zaletą tych drugich, w porównaniu z nieogrzewanymi tunelami foliowymi, jest magazynowanie ciepła pochodzącego ze słońca, dzięki czemu chronią rośliny w nocy i nad ranem przed przymrozkami.

Ze względu na typ budowy dzieli się je na jednospadowe i dwuspadowe, pojedyncze (wolno stojące) i blokowe oraz o konstrukcji wolnonośnej – hangarowej. Szklarnie jednospadowych praktycznie już się nie buduje. Szklarnie dwuspadowe są ustawione w kierunku wschód-zachód, co zapewnia roślinom większą intensywność światła zimą. Szklarnie hangarowe mają szerokość ponad 12 m, odznaczają się dobrym oświetleniem i wietrzeniem, są przydatne do upraw mono-kulturowych, np. róż. Szklarnie blokowe mogą mieć szerokość: 3, 6, 9, 10 oraz 12 m i są połączone w jeden obiekt o długości 50–100 m. W tego typu szklarniach prowadzi się wielkotowarową produkcję roślin ozdobnych. Nowoczesne szklarnie charakteryzują się pełną klimatyzacją i automatyzacją wszelkich prac uprawowo-pielegnacyjnych. Z budową i wyposażeniem szklarni studenci zapoznają się na przedmiocie inżynieria ogrodnicza.

#### ***3.1.2.2. Tunele foliowe***

Są to pomieszczenia o konstrukcji metalowej lub drewnianej przykrytej folią polietylenową. Mogą być montowane jako jednostki wolno stojące o szerokości: 3, 6, 9,

12 m i długości 10–30 m lub bloki. Najlepsze warunki do wzrostu roślin znajdują się w tunelach o wietrzeniu w ścianach szczytowych i bocznych. Tunele znalazły zastosowanie w wersji nieogrzewanej i okresowo ogrzewanej do produkcji rozsąd i sadzonek oraz do przyspieszania wiosną i opóźniania jesienią produkcji róż, goździków, chryzantem, tulipanów, lilii, frezji, lewkonii, mieczyków i innych roślin. Do zalet tuneli należą: szybki i łatwy montaż, możliwy do wykonania we własnym zakresie, stosunkowo niski koszt inwestycji oraz łatwość przenoszenia w okresie wegetacyjnym z miejsca na miejsce, tzw. tunele wędrujące. Natomiast wśród wad można wymienić: stosunkowo krótką trwałość folii (2–3 okresy wegetacyjne) i niewystarczającą wymianę powietrza z części środkowej oraz wysoką wilgotność powietrza jesienią i wczesną wiosną w tunelach tradycyjnych bez wietrzenia bocznego. W tunelach z wietrzeniem bocznym niedogodności te nie występują. Folia chroni rośliny jedynie przed wiatrem i deszczem. Przed przymrozkami, a nawet przed mrozem rośliny uprawiane pod folią chroni najlepiej i najtaniej ogrzewanie wegetacyjne. Najnowsze tunele przypominają zupełnie nowoczesne szklarnie.

### ***3.2. Produkcja amatorska roślin ozdobnych, czyli na potrzeby własne***

Stanowi to domenę działkowców i posiadaczy ogrodów przydomowych. Przyczyniają się oni do popularyzowania ogrodnictwa oraz wywierają wpływ na poprawę wyglądu estetycznego miast i wsi. Niektórzy działkowcy wyspecjalizowali się w uprawie różnych grup roślin ozdobnych, a nawet gatunków, i są w tym zakresie wytrawnymi znawcami. Inni zorganizowali na swoich działkach małą produkcję handlową, zwłaszcza kwiatów ciętych, i czerpią z niej pewne zyski, wspomagające często skromną emeryturę lub rentę. Znany jest mi przypadek z Poznania, gdy emerytka posiadająca działkę pracowniczą tak zintensyfikowała produkcję kwiatów na sprzedaż, iż uzyskane korzyści finansowe umożliwiły kształcenie dwojga jej dzieci w szkołach wyższych.

Na produkcję roślin ozdobnych duży wpływ wywierają głównie warunki klimatyczne i ekonomiczne. Klimat występujący na obszarze Polski określany jest jako zmienny umiarkowany, ma bowiem cechy klimatów morskiego i kontynentalnego. Odnacza się dużą zmiennością z roku na rok oraz w zależności od regionu kraju. Dla roślin niekorzystne są zwłaszcza susze, pojawiające się coraz częściej wiosną oraz latem i trwające coraz dłużej. Średnia temperatura roczna wynosi 6–8°C, w zależności od regionu. Średnia temperatura najzimniejszego miesiąca stycznia wynosi od –1 do –6°C, a najcieplejszego – lipca – od 16 do 19°C. Absolutna minimalna temperatura zanotowana wyniosła –42°C, a absolutna maksymalna 40°C. Tak niska temperatura minimalna zdarza się sporadycznie, lecz temperatury –25 bądź –30 do –35°C mogą wystąpić podczas każdej zimy. Opady są niskie i na większości obszaru kraju ich suma roczna wynosi 500–650 mm. Coraz częściej zdarzają się lata, że nie przekraczają 400 mm, a w niektóre nie osiągają nawet 300 mm, zwłaszcza w Wielkopolsce. Na przykład w Poznaniu w 1982 r. suma opadów wynosiła zaledwie 275 mm. Niewiele wyższe były one w trzech następnych latach. Okres wegetacyjny trwa przeciętnie 180–210 dni.

Niekorzystną cechą klimatu „polskiego” są kilkakrotne odwilże występujące podczas zimy. Powodują one zakłócenia rytmiki rozwojowej roślin uprawianych w gruncie, przede wszystkim drzew i krzewów obcego pochodzenia. Wskutek takiego rozhartowania przemarza u nas m.in. modrzew syberyjski (*Larix sibirica* Ledeb.), który na Syberii wytrzymuje spadki temperatury do –60°C.

Zimy, zwłaszcza surowe, sprawiają, że zapotrzebowanie na energię cieplną do ogrzewania szklarni jest w Polsce o 50 do 70% większe niż w Holandii, nie wspominając o Francji, Wielkiej Brytanii czy Włoszech, które mają jeszcze łagodniejszy klimat. Ten jeden tylko czynnik jest już przyczyną ogromnego wzrostu kosztów produkcji roślin szklarniowych. Nie wszystkie zakłady ogrodnicze dysponują nowoczesnymi szklarniami i technologiami, co także zwiększa koszty produkcji. Łagodzi je w dalszym ciągu stosunkowo tania siła robocza, lecz prawdopodobnie tylko do czasu.

## **4.1. Wielkość produkcji i jej struktura do 1989 roku**

Rozwój produkcji roślin ozdobnych w Polsce nigdy nie był objęty dotacjami państwowymi. Wielkotowarowa produkcja kwiaciarska powstawała na marginesie rozwoju produkcji warzyw szklarniowych. Począwszy od lat sześćdziesiątych powstawa-

ły ogromne (do 30 ha) państwowe gospodarstwa ogrodnicze, przeważnie w sąsiedztwie dużych miast i w okręgach przemysłowych. Nastawione były one przede wszystkim na produkcję warzyw. Równocześnie zezwoleń i kredytów na budowę szklarni w sektorze indywidualnym udzielano pod warunkiem podjęcia w tych obiektach produkcji wczesnych warzyw na potrzeby rynku krajowego. Wkrótce okazało się, że produkcja warzyw była deficytowa, dlatego „po cichu” zaczęto produkować rośliny ozdobne, zwłaszcza na kwiaty cięte. W miarę upływu czasu zapotrzebowanie rynku krajowego na rośliny ozdobne wzrastało bardzo szybko, osiągając apogeum w drugiej połowie lat siedemdziesiątych i w pierwszej połowie lat osiemdziesiątych. Przyczyną była gwałtowna urbanizacja kraju i wzrost zainteresowania społeczeństwa kwiatami. Najchętniej i w ilościach przewyższających możliwości produkcyjne kupowano kwiaty od jesieni do wiosny, co powodowało wzrost cen hurtowych i detalicznych. Producenci i handlarze osiągalni bardzo duże zyski na rynku krajowym, na którym można było sprzedać także towar gorszej jakości, z tego też powodu nie było zainteresowania eksportem. Nawet w 1986 r., kiedy produkcja była największa, eksport wyniósł zaledwie około 5% jej całkowitej wielkości i według realizatorów był mało opłacalny.

O efektywności ekonomicznej decydowała przede wszystkim produkcja w szklarniach ogrzewanych. W 1970 r. rośliny ozdobne uprawiano w szklarniach zajmujących około 400 ha, a w 1986 r. – 701 ha (tab. 1). W strukturze asortymentowej dominowały kwiaty cięte, a wśród nich goździk szklarniowy, prowadzony na jeden kwiat. W 1986 r. wg danych statystycznych wyprodukowano 1 miliard 200 tysięcy kwiatów ciętych (faktyczna liczba była prawdopodobnie większa). Kwiaty cięte stanowiły około 80-85% całkowitej produkcji, a rośliny doniczkowe 20-15%. Niska produkcja roślin doniczkowych spowodowana była mniejszą ich opłacalnością w porównaniu z kwiatami ciętymi. Na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych zainteresowanie roślinami doniczkowymi ożywiło się. Nastąpiło to dzięki uprawie gatunków i odmian o krótkim i energooszczędnym cyklu produkcji, np. starca popielnika, pierwiosnka bezłodygowego (*Primula vulgaris* Huds.) i pierwiosnka wyniosłego (*P. elatior* (L.) Hill), pantofelnika (kalceolaria) mieszańcowego, kalanchoe Blosfelda, skrętnika ogrodowego i innych roślin o ozdobnych kwiatach lub dekoracyjnych liściach, np. difenbachii, draceny (*Dracaena*), maranty (*Maranta*), trójskrzynu pstrego (*Codiaeum variegatum* (L.) Blume var. *variegatum*), wilczomlecza pięknego, bluszczu i figowców, zwłaszcza różnych odmian figowca Benjamina.

W strukturze kwiatów ciętych po 1986 r. zmniejszyła się produkcja goździka szklarniowego. Złożyły się na to rozmaite przyczyny.

W połowie lat osiemdziesiątych i na początku dziewięćdziesiątych nastąpił w Polsce dynamiczny rozwój laboratoriów do rozmnażania roślin *in vitro*. W 1984 r. było już przeszło 30 laboratoriów produkcyjnych, więcej niż w Holandii. Polska pod względem liczby laboratoriów zajmowała drugie miejsce na świecie, po Stanach Zjednoczonych, które miały i mają ich najwięcej. Nie imponowały one jednak wielkością produkcji. Jedną tylko firmą Oglesby Nursery Inc. z Florydy (USA) produkowała rocznie trzykrotnie więcej roślin niż polskie laboratoria łącznie. W naszych laboratoriach dominowała wtedy gerbera, która stanowiła ponad 90% całkowitej produkcji. Obecnie, oprócz dużej w dalszym ciągu produkcji gerbery, rozmnażane są także inne liczne rośliny ozdobne o różnym zastosowaniu, np. lilie. Większość sadzonek gerbery i cebul lilii sprzedawana jest do Holandii.



Tabela 1

Powierzchnia uprawy roślin ozdobnych pod osłonami ogółem [ha]

Wyszczególnienie	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Razem w szklarniach	558,8	538,5	544,6	592,5	675,7	701,2	608,4
Kwiaty cięte ogółem	435,7	414,3	422,4	455,6	529,2	547,6	.
w tym: goździki	289,4	264,2	253,8	252,9	252,7	260,0	.
gerbery	46,2	46,7	49,7	57,0	91,6	100,5	.
róże	39,2	41,5	50,9	56,3	76,1	65,1	.
pozostałe cięte	61,0	61,9	68,0	89,4	108,8	122,0	.
Kwiaty doniczkowe	33,8	31,6	32,8	38,7	48,5	47,4	.
Rozsady warzyw i kwiatów	89,3	92,6	89,4	98,2	98,0	106,2	.
Razem w inspektach	209,7	195,9	186,4	183,2	175,7	142,6	19,7
Kwiaty cięte i doniczkowe	15,0	15,1	11,3	12,2	9,1	8,7	.
Rozsady warzyw i kwiatów	194,7	180,8	175,1	171,0	166,6	133,9	.
Razem w tunelach	113,3	111,7	122,0	162,5	188,0	224,4	206,4
Kwiaty cięte	72,1	71,7	71,7	103,4	127,5	159,5	.
Rozsady warzyw i kwiatów	41,2	40,0	50,3	59,1	60,5	64,9	.
RAZEM	881,8	846,1	853,0	938,2	1039,4	1068,2	834,5

Źródło: dane Ministerstwa Rolnictwa, Leśnictwa i Gospodarki Żywnościowej i dane GUS

## 4.2. Wielkość produkcji i jej struktura po 1989 roku

W 1989 r. dokonana się w Polsce zmiana systemu polityczno-ekonomicznego. Nastąpiło przejście z gospodarki sterowanej przez państwo na wolnorynkową. Zmiany te zaznaczyły się także w ogrodnictwie, a w produkcji roślin ozdobnych w szczególności (tab. 2). Duże państwowe zakłady szklarniowe, m.in. z powodu bardzo wysokiej ceny opału i rozwiniętego nadmiernie systemu świadczeń socjalnych dla pracowników, zbankrutowały całkowicie lub zostały zmuszone do zaniechania ogrzewania części szklarni, a tym samym – do częściowej lub całkowitej zmiany profilu produkcji. Liczne zakłady prywatne, zwłaszcza małe i średnie z dużym udziałem pracy ręcznej, również zrezygnowały z produkcji roślin ozdobnych. Pozostały tylko zakłady o najlepszym wyposażeniu technicznym i elektronicznym, lecz i one są zmuszone do ciągłego poszukiwania coraz nowszych i tańszych rozwiązań. Opłacalność produkcji realizowanej dotychczasowymi metodami okazała się niekonkurencyjna do prowadzonej sposobem przemysłowym w Holandii, która zaczęła „zalewać” nasz rynek swoimi produktami ogrodnictwa, zwłaszcza kwiatami.

Zmieniła się niemal całkowicie struktura produkcji roślin ozdobnych. Nastąpił ogromny regres produkcji goździka szklarniowego, moim zdaniem niesłusznie, gdyż ma on małe wymagania cieplne. Jego miejsce zajęły gerbera i róża. Obecnie róża wysunęła się na pierwsze miejsce. Wzrosła produkcja roślin doniczkowych o ozdobnych kwiatach i liściach. W ostatnich kilku latach niebywałego rozpędu nabiera produkcja roślin przeznaczonych do dekoracji balkonów, tarasów, rabat i wystroju ulic. Prawdziwym hitem

przed kilku laty były np. petunie: Surfinia, Cascadia, Fortunia i około dziesięciu innych grup odmian tego rodzaju. Rosną one silnie, tworzą zwieszające się pędy i obficie kwitną. Podobnym do petunii wyglądem, zwłaszcza tych o drobnych kwiatach, charakteryzują się rośliny z rodzaju *Calibrachoa* La Llave et Lex. z rodziny psiankowatych (Solanaceae). Spośród 24 gatunków najlepiej znana jest *C. parviflora* (Juss.) D'Arcy et Wijsman. Rośliny te są uprawiane od niedawna, a już reprezentują je liczne odmiany. W ostatnich dwóch latach oferowana jest nowa grupa odmian Aloha, reprezentowana m.in. przez 'Bright Red', o dość dużych błyszcząco czerwonych kwiatach. Hodowla tego typu roślin rozwija się nadzwyczaj dynamicznie i co roku pojawiają się na rynku nowe piękne odmiany. Wybór jest ogromny.

Tabela 2  
Powierzchnia uprawy roślin ozdobnych pod osłonami w Polsce w latach 1988–1995

Lata	Powierzchnia uprawy roślin ozdobnych [ha], w tym:				Udział powierzchni uprawy roślin ozdobnych w powierzchni uprawy pod osłonami ogółem [%]
	Ogółem pod osłonami	w szklarniach	pod folią	w inspektach	
1988	890	620	250	20	21,0
1989	853	603	233	17	21,0
1990	807	582	213	12	21,0
1991	779	577	191	11	21,4
1992	667	467	192	8	21,1
1993	629	422	200	7	20,3
1994	645	439	201	5	21,4
1995	686	466	216	4	22,2

Źródło: dane GUS

Intensyfikuje się pędzenie i przyspieszanie oraz opóźnianie kwitnienia roślin pod osłonami, przede wszystkim cebulowych i bulwiastych, a także całoroczną produkcję roślin dnia krótkiego, np. gałązkowych odmian chryzantem wielkokwiatowych.

Interesującą propozycją staje się produkcja niektórych roślin jednorocznych, np. rudbekii owłosionej (*Rudbeckia hirta* L.), cyni wytwornej (*Zinnia elegans* Jacq.) czy melampodium błotnego (*Melampodium paludosum* Kunth), a spośród bylin rozmnażanych z nasion, np. dzwonka karpackiego (*Campanula carpatica* Jacq.) z serii Clips, lobelii okazałej (*Lobelia ×speciosa* hort.) z serii Fan, tojeści (*Asclepias curassavica* L.) 'Silky Gold', nirembergii (*Nierembergia hippomanica* Miers) 'Mont Blanc' i piątak lancetowatego (*Pentas lanceolata* (Forssk.) Deflers) 'New Look' – w doniczkach, z przeznaczeniem do sprzedaży w drugiej połowie lata, gdy rośliny rabatowe z produkcji wiosennej tracą już dekoracyjność, a doniczkowe ze szklarni jeszcze nie znalazły się na rynku. Gatunki i odmiany przydatne do tego celu są nazywane doniczkowymi śródplonami lub „roślinami prowokacyjnymi” [Cecot 1995].

Olbrzymie postępy czyni hodowla nowych odmian pelargonii w obrębie różnych gatunków. Niezwykłą nowością pokazaną na targach IPM 2008 w Essen (Niemcy) była pierwsza na świecie odmiana pelargonii pasiastej (*Pelargonium zonale* (L.) L'Hér.) o żółtych kwiatach 'First Yellow' [Cecot 2008].

Zadziwiająco rozwinęła się hodowla nowych odmian bratka ogrodowego (*Viola ×wittrockiana* Gams ex Kappert) i fiołka rogatego (*Viola cornuta* L.). Wiele z nich produkowanych jest w Polsce.

Stosowanie nowych technologii z wykorzystaniem np. retardantów wzrostu umożliwia zmniejszenie wysokości roślin i zmianę ich wyglądu. Dzięki czemu niektóre rośliny uprawiane tradycyjnie na kwiat cięty produkowane są w doniczkach. Jako przykład mogą służyć lilie, gerbera, eustoma [*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnars], trachelia błękitna (*Trachelium caeruleum* L.) czy karłowate odmiany słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.).

Z każdym rokiem zwiększa się zainteresowanie produkcją i wykorzystaniem tzw. zieleni ciętej, która dla niektórych gospodarstw jest jedynym źródłem dochodów. Oprócz roślin więcej lub mniej znanych wykorzystywane są w sztuce układania kwiatów coraz liczniejsze gatunki importowane, np. z Australii [Czekalski 2006].

Ważną rolę w propagowaniu u nas nowych gatunków i odmian roślin ozdobnych spełniają duże hurtownie i liczne centra ogrodnicze.

Najlepiej na tym nowym etapie transformacji gospodarki radzi sobie szkółkarstwo ozdobne drzew, krzewów i bylin. Rośliny drzewiaste produkowane w naszych szkółkach, ze względu na atrakcyjność asortymentu i jakość, na renomowanych wystawach szkółkarskich w Holandii zdobywają najwyższe nagrody. Polski rynek jest obecnie bardzo chłonny na rośliny szkółkarskie. Dużą ilość młodych roślin także się eksportuje, np. do Szwecji, Niemiec, Belgii, Austrii i Holandii. Polska eksportuje również niewielką ilość tradycyjnych roślin ozdobnych (tab. 3). Wartość „konsumpcji” kwiatów w niektórych państwach ilustruje tabela 4.

Postęp w hodowli odmian gatunków już znanych oraz introdukcja nowych do uprawy, a także zmiany w technologiach rozmnażania i dalszej produkcji są obecnie niezwykle szybkie. Tylko permanentne studiowanie czasopism ogrodniczych zagranicznych i polskich pozwoli nadążyć za postępem. Spośród czasopism zagranicznych zalecam przede wszystkim niemieckojęzyczne: DEGA, TASPO-Magazin, Zierpflanzen mit internationaler Gartenbautechnik, Gartenpraxis i Deutsche Baumschule oraz Gartenbau – wydawane w Szwajcarii; holenderskie – Vakblad voor de Bloemisterij oraz polskie – Hasło Ogrodnicze, Owoce Warzywa Kwiaty i Szkółkarstwo. Niezbędne jest również studiowanie polskich czasopism naukowych, np. *Folia Horticulturae*, *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* i *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*.

Tabela 3

Ekspert kwiatów ciętych z Polski w latach 1993–1995

Gatunek kwiatów	1993		1994		1995	
	tys. szt.	USD/szt.	tys. szt.	USD/szt.	tys. szt.	USD/szt.
Róże cięte	240	0,14	549	0,22	265	0,26
Chryzantemy cięte	18	0,29	10	0,27	15	0,25
Goździki cięte	445	0,07	980	0,05	358	0,09
Storczyki cięte	1	–	2	–	12	0,27
Mieczyki cięte	102	–	4	–	6	0,16

Źródło: 1993 i 1994 r. – niepublikowane dane GUS, 1995 r. – nieostateczne dane CIHZ, udostępnione przez Fundację Programów Pomocy dla Rolnictwa, Zespół Monitoringu Zagranicznych Rynków Rolnych (FAMMU/FAPA)

Tabela 4

Wartość „konsumpcji” kwiatów w dolarach USA przypadająca na jednego obywatela w 22 państwach europejskich oraz w Chinach, Japonii i Stanach Zjednoczonych, w 1995 i 2000 r. (Flora Culture International, 1997. s. 40) oraz w 2001 r. w euro (Flower Council of Holland, 2003)

Państwo	Rodzaj produktu	Wartość konsumpcji w 1995 roku	Wartość konsumpcji w 2000 roku	Wartość konsumpcji w 2001 roku
1	2	3	4	5
Austria	kwiaty cięte	57	65	43,8
	kwiaty doniczkowe	42	48	30,6
	ogółem	99	113	74,4
Belgia	kwiaty cięte	49	60	40,7
	kwiaty doniczkowe	20	20,5	15,3
	ogółem	69	80,5	56
Chiny	kwiaty cięte			0,5
	kwiaty doniczkowe	-	-	-
	ogółem			0,5
Chorwacja	kwiaty cięte	8	11	5,9
	kwiaty doniczkowe	4	5	5,5
	ogółem	12	16	11,4
Czechy	kwiaty cięte	7	10,5	8,9
	kwiaty doniczkowe	3,5	5	3,1
	ogółem	10,5	15,5	12
Dania	kwiaty cięte	46,5	56,5	39,5
	kwiaty doniczkowe	90,5	105,0	39,6
	ogółem	137,0	161,5	79,1
Finlandia	kwiaty cięte	60,5	70	35,7
	kwiaty doniczkowe	27	31	25,1
	ogółem	87,5	101	60,8
Francja	kwiaty cięte	32	40,5	32,6
	kwiaty doniczkowe	26	28	19,4
	ogółem	58	68,5	52
Grecja	kwiaty cięte	16,5	25	14,3
	kwiaty doniczkowe	13	13	6,1
	ogółem	29,5	38	20,4
Hiszpania	kwiaty cięte	14	18	17,5
	kwiaty doniczkowe	8	9	15,8
	ogółem	22	27	33,3
Holandia	kwiaty cięte	47	51	59,8
	kwiaty doniczkowe	28	30,5	33,8
	ogółem	75	81,5	93,6
Irlandia	kwiaty cięte	13,5	12	28,4
	kwiaty doniczkowe	9	8	9,8
	ogółem	22,5	20	38,2
Japonia	kwiaty cięte	47	50,5	34,1
	kwiaty doniczkowe	-	-	-
	ogółem	47	50,5	34,1

Tabela 4 cd.

1	2	3	4	5
Norwegia	kwiaty cięte	66	83,5	57,4
	kwiaty doniczkowe	69	82	54,9
	ogółem	135	165,5	112,3
Polska	kwiaty cięte	5	8	7,4
	kwiaty doniczkowe	2	3	2,3
	ogółem	7	11	9,7
Portugalia	kwiaty cięte	12	18	16
	kwiaty doniczkowe	5	6	5,2
	ogółem	17	24	21,2
Rosja	kwiaty cięte	–	–	2,8
	kwiaty doniczkowe			0,7
	ogółem			3,5
Słowenia	kwiaty cięte	22	33,5	29,7
	kwiaty doniczkowe	11	18	17,4
	ogółem	33	51,5	47,1
Stany Zjednoczone	kwiaty cięte	28	41	28,3
	kwiaty doniczkowe	–	–	–
	ogółem	28	41	28,3
Szwajcaria	kwiaty cięte	106,5	123	91,4
	kwiaty doniczkowe	58	64	40
	ogółem	164,5	187	131,4
Szwecja	kwiaty cięte	43	51	33,8
	kwiaty doniczkowe	52	62	41,2
	ogółem	95	113	75
Węgry	kwiaty cięte	8	10	10,7
	kwiaty doniczkowe	4	5	5,7
	ogółem	12	15	16,4
Wielka Brytania	kwiaty cięte	19	23	37,3
	kwiaty doniczkowe	10	12	11,3
	ogółem	29	35	48,6
Włochy	kwiaty cięte	35	36,5	33,1
	kwiaty doniczkowe	12	10,5	9,5
	ogółem	47	47	42,6

„–” brak danych.

W wymienionych 23 państwach w 1995 r. na zakup kwiatów wydano 36,01 milionów dolarów USA, w 2000 r. 42,04 miliony dolarów USA. W „konsumpcji” kwiatów przodują: Szwajcaria, Norwegia, Austria i Niemcy. Polska znajduje się na miejscu trzecim od końca.

Obecnie w Polsce brak jest wiarygodnych danych o wielkości produkcji roślin ozdobnych oraz o strukturze asortymentowej. Istniejące z tego zakresu niektóre informacje z początku XXI w. dzisiaj są już nieaktualne. W porównaniu z latami wcześniejszymi zwiększył się udział roślin doniczkowych. Stale jednak dominuje produkcja kwiatów ciętych. Rozwijająca się dynamicznie przez kilka lat uprawa anturium obecnie trochę osłabła. Anturium to rośliny ciepłolubne, wymagające ogrzewania i dogrzewania niemal przez 9 miesięcy w roku. Wzrastające stale koszty energii nie służą rozwojowi tej produkcji.

Tym niemniej według danych Biura Kwiatowego Holandia (*Bloemenbureau Holland*) potwierdzono duży potencjał polskiego rynku kwiatarskiego w pierwszych latach XXI w. Na kwiaty cięte i rośliny doniczkowe przeznaczano u nas przeciętnie 0,31–0,34% dochodu rozporządzalnego, a np. w Szwajcarii – 0,60% tego dochodu, w Czechach – 0,25%. Spore sumy pieniędzy wydawane są także na zakup krzewów i drzew ozdobnych. Niekorzystny wpływ na sytuację naszego kwiatarstwa będzie miał na pewno ogólnoswiatowy kryzys gospodarczy, który rozpoczął się w końcu 2008 r.

Rośliny w ogóle, w tym także ozdobne, charakteryzują się ogromną różnorodnością. Biorąc pod uwagę wspólne cechy rozwoju, podzielono rośliny na dwie grupy: **monokarpiczne i polikarpiczne**. Rośliny monokarpiczne w ciągu swego życia, niezależnie jak długo ono trwa, tylko jeden raz zakwitają, wydają owoce i nasiona, po czym obumierają. Rośliny polikarpiczne po osiągnięciu dojrzałości mogą kilka, kilkadziesiąt, a nawet kilkaset razy w ciągu swego życia kwitnąć, owocować i wydawać nasiona.

## 5.1. Rośliny monokarpiczne

W obrębie roślin monokarpicznych wyróżniono: rośliny jednoroczne, wśród których występują formy ozime i jare oraz tzw. efemerydy; dwuletnie i wieloletnie. **Rośliny jednoroczne** rozwijają się z nasion, które powstają z przekształconego zalążka. Nasionie zawiera zaczątek nowej generacji, czyli zarodek. W praktyce ogrodniczej za początek rozwoju rośliny przyjęto kiełkowanie nasion. Rośliny jednoroczne pełny rozwój (wegetatywny i generatywny) realizują w jednym okresie wegetacyjnym. Niektóre gatunki jednoroczne, aby mogły przejść z fazy wegetatywnej do fazy generatywnej, wymagają okresu chłodu, którym dla roślin uprawianych w polu (w gruncie) jest zima. Takimi powszechnie znanymi roślinami są np. nasze zboża – żyto ozime i pszenica ozima. Wśród roślin ozdobnych **fakultatywnymi (warunkowymi) formami ozimymi mogą być**: nagietek lekarski (*Calendula officinalis* L.), chaber bławatek (*Centaurea cyanus* L.), kosmos podwójnie pierzasty (*Cosmos bipinatus* Cav.), eszolecja kalifornijska (*Eschscholtzia californica* Cham.), ubiorek gorzki (*Iberis amara* L.), mietelnik żakula (*Bassia scoparia* (L.) A.J. Scott subsp. *scoparia*), mak polny (*Papaver rhoeas* L.) i mak lekarski (*P. somniferum* L.). Nasiona wymienionych roślin można wysiewać na przełomie września i października, bezpośrednio na miejsce stałe. W następnym roku zakwitną wcześniej od wysianych na wiosnę. Niekiedy tworzą one w ogrodach naturalny samosiew.

**Jednoroczne rośliny ozdobne to jednak formy jare**, które do przejścia pełnego cyklu rozwojowego zasadniczo nie wymagają okresu chłodu. Uprawia się je z siewu wprost do gruntu na miejsce stałe lub z rozsady, wyprodukowanej pod osłonami (szklarnia, namiot foliowy, inspekt). Bezpośrednio do gruntu wysiewa się nasiona gatunków mających krótki okres wegetacji. Zasadniczym terminem siewu jest kwiecień i pierwsza połowa maja. Spośród roślin bardziej rozpowszechnionych, oprócz wcześniej wymienionych fakultatywnych form ozimych, bezpośrednio do gruntu wysiewa się także szarłat zwisły (*Amaranthus caudatus* L.) i wiechowaty (*A. paniculatus* L.), ostróżeczkę ogrodową [*Consolida ajacis* (L.) Schur], słonecznik zwyczajny (*Helianthus annuus* L.), zwłaszcza odmiany o pełnych koszyczkach, lobularię nadmorską (*Lobularia maritima* (L.) Desv.), maciejkę (*Matthiola longipetala* (Vent.) DC. subsp. *bicornis* (Sibth. et Sm.)

P.W. Ball), czarnuszkę damasceńską (*Nigella damascena* L.), rezedę wonną (*Reseda odorata* L.), nasturcję większą (*Tropaeolum majus* L.).

Mianem **efemeryd** określa się rośliny jednoroczne o bardzo krótkim okresie wegetacji, które w tym samym roku, od wiosny do jesieni wydają kilka pokoleń przechodzących pełny cykl rozwojowy, zakończony każdorazowo wytworzeniem zdolnych do kiełkowania nasion. Klasycznym przykładem takiej rośliny jest wiosnowka pospolita (*Erophila verna* (L.) DC.) z rodziny kapustowatych, niepozorny chwast segetalny (polny), osiagający zaledwie 4–14 cm wysokości. Efemerydami są także: niezapominajka piaskowa (*Myosotis micrantha* Pall.), mysiorek drobny (*Myosurus minimus* L.) i przetacznik wiosenny (*Veronica verna* L.). Wśród roślin ozdobnych szybko, po 8–10 tygodniach od wysiewu zakwita maciejka, którą można wysiewać co 2–3 tygodnie w 3–4 terminach w okresie wegetacji. Maciejka byłaby zatem fakultatywną efemerydą.

**Rośliny dwuletnie** w roku wysiewu kiełkują, rozwijają korzenie, skrócą łodygę i liście w formie rozety, czyli wykształcają tylko stadium wegetatywne. W stadium tym wchodzi w stan spoczynku zimowego. Wiosną krótko kontynuują rozwój wegetatywny, po czym przechodzą w stadium generatywne. Inicjują zawiązki kwiatów, następnie kwitną, wydają owoce oraz nasiona i obumierają. Rośliny dwuletnie do przejścia ze stadium wegetatywnego w stadium generatywne wymagają bezwzględnie okresu chłodu, którym u nas jest zima. W odróżnieniu od roślin jednorocznych pełny cykl rozwojowy (od nasienia do nasienia) realizują w dwóch okresach wegetacyjnych. Podczas bardzo surowych zim, zwłaszcza bezśnieżnych, w różnym stopniu mogą przemarzać, dlatego jest wskazane okrywanie ich na zimę gałązkami drzew iglastych.

Roślin uprawianych u nas jako dwuletnie jest mało. Są nimi: bratek (fiołek) ogrodowy (*Viola ×witrockiana*), dzwonek ogrodowy (*Campanula medium* L.), gailardia (dzianwa) oścista (*Gaillardia aristata* Pursh), goździk brodaty (*Dianthus barbatus* L.), goździk ogrodowy powtarzający i niepowtarzający kwitnienia (*D. caryophyllus* hybr. hort.), lak pospolity (*Erysimum cheiri* (L.) Crantz; syn. *Cheiranthus cheiri* L.), mak nagolodygowy lub syberyjski (*Papaver nudicaule* L.), miesięcznica dwuletnia, syn. miesięcznica roczna (*Lunaria annua* L.; syn. *L. biennis* Moench), naparstnica purpurowa (*Digitalis purpurea* L.), niezapominajka leśna (*Myosotis sylvatica* Ehrh. ex Hoffm.), prawosław różowy, malwa (*Alcea rosea* L.), stokrotka trwała (*Bellis perennis* L.). Uwaga: miesięcznica jest rośliną jednoroczną lub dwuletnią, a pozostałe z wyjątkiem bratka, dzwonka i goździka ogrodowego to byliny, uprawiane jako rośliny dwuletnie, dlatego że w drugim roku najobficiej kwitną.

**Rośliny monokarpiczne wieloletnie** w stadium wegetatywnym żyją kilkanaście lub kilkadziesiąt lat i dopiero po osiągnięciu dojrzałości przechodzą w stadium generatywne, wydają kwiaty, owoce i nasiona – tylko jeden raz, po czym obumierają. Klasycznym przykładem takiej rośliny jest agawa amerykańska (*Agave americana* L.). Agawa jest sukulentem, tworzącym wielką rozetę, grubych, sztywnych i kolczastych liści. Okazały kwiatostan w formie kandelabru osadzony jest na wysokiej i grubej szypule. Inną rośliną zaliczaną do tej grupy jest palma kariota miękka (*Caryota mitis* Lour.). Pochodzi z Archipelagu Malajskiego, gdzie dorasta do wysokości 7 m, w uprawie jest niższa. Liście ma podwójnie pierzastozłożone. Listki są szarawe i charakterystycznie trójkątnie przycięte, co upodabnia je do rybich ogonów. Dzięki tej cesze nie można jej pomylić z żadną inną palmą. Do tej grupy roślin należy także bananowiec szlachetny (*Musa ×paradisica* L.), uprawiany na obszarach tropikalnych i dostarczający jadalnych, smacznych owoców.



## 5.2. Rośliny polikarpiczne

Wśród roślin polikarpicznych wyróżniono rośliny wieloletnie zielne i drzewiaste.

**Rośliny wieloletnie zielne** to byliny. Można je podzielić na niezimujące w gruncie i zimujące w gruncie. **Rośliny niezimujące w gruncie** pochodzą z obszarów o klimacie łagodniejszym niż nasz. Na zimę wykopuje się je z gleby; całe rośliny lub ich organy przetrwalne, np. zgrubiałe korzenie, kłącza, bulwy bądź cebule i przechowuje w pomieszczeniu zabezpieczonym od mrozu. Na wiosnę sadi się je ponownie do gruntu. Do ważniejszych roślin tego typu należą: begonia bulwiasta (*Begonia ×tuberhybrida* Voss), dalia (georginia) zmienna (*Dahlia pinnata* Cav.), syn. [*Dahlia variabilis* (Willd.) Desf.], galtonia biaława (*Galtonia candicans* (Baker) Decne.), irezyna Herbsta (*Iresine herbstii* Hook.) i irezyna Lindena (*I. lindenii* van Houtte), krokosmia ogrodowa, [*Crocosmia ×crocsmiiflora* (Lernoine) N.E.Br.], mieczyk ogrodowy (*Gladiolus ×hybridus* hort.), paciorecznik ogrodowy (*Canna ×generalis* L.H. Bailey), pelargonium bluszczolistne (*Pelargonium ×hederaefolium* hort.) i pelargonium ogrodowe (*P. ×hortorum* Bailey), tritonia szafranowata [*Tritonia crocata* (L.) Ker-Gawl.] i tygrysówka pawia [*Tigridia pavonia* (L.) DC.].

**Rośliny wieloletnie zielne zimujące w gruncie** w przeważającej liczbie gatunków pod koniec okresu wegetacji tracą część nadziemną, którą wytwarzają ponownie w następnym okresie wegetacyjnym, z pozostających w glebie korzeni, kłączy, cebul lub bulw. Niektóre byliny, np. rogownica Biebersteina (*Cerastium biebersteinii* DC.) i rogownica kutnerowata (*C. tomentosum* L.) zachowują część nadziemną podczas zimy. Szafirek miękkolistny (*Muscari comosum* (L.) Mill.) przed zimą rozwija nowe liście. Byliny rozmnożone z nasion nie kwitną w tym samym okresie wegetacyjnym, w którym wykiełkowały. Najszybciej – w drugim roku uprawy – zakwitają byliny korzeniowe i niektóre bulwiaste. Byliny cebulowe i kłączowe zaczynają kwitnąć od trzeciego roku uprawy, gdy ich części podziemne osiągną odpowiednią wielkość i masę. Na przykład cebule tulipanów z grupy mieszańców Darwina wydają kwiaty, gdy ich obwód wynosi co najmniej 6 cm. Bulwy zimowita jesiennego (*Colchicum autumnale* L.) zakwitają czasami dopiero po 15–20 latach od wykiełkowania nasion. Po osiągnięciu przez byliny dojrzałości fizjologicznej do kwitnienia i po pierwszym kwitnieniu – zjawisko to się powtarza. Co roku bowiem na podziemnych organach roślin powstają pąki główne, które wznawiają wzrost i kwitnienie. Rozwój pąka głównego, czyli wznowienia u poszczególnych rodzajów i gatunków bylin przebiega odmiennie i w różnym czasie, zwykle trwa jeden lub dwa okresy wegetacyjne. Pąki wznowienia powstają co roku, a wewnątrz cebuli czy na kłączu rozwijają się jednocześnie dwie ich generacje. Jedna jest w stadium wegetatywnym, a druga – generatywnym, zapewniającym kwitnienie i obradanie nasion. Po przekwitnięciu generacja nie ginie, lecz trwa w formie organu podziemnego. Z czasem zamiera, ale jej miejsce zajmuje część podziemna młodszej generacji i proces ten powtarza się dalej.

**Byliny**, które cały rozwój wegetatywny i generatywny przechodzą w bardzo krótkim, hydrologicznie sprzyjającym sezonie okresu wegetacyjnego, najczęściej wiosną, nazwano **efemeroidami**. Są nimi np.: cebulica dwulistna (*Scilla bifolia* L.), śnieżyca



wiosenna (*Leucoium vernum* L.), kokorycz pełna [*Corydalis solida* (L.) Clairv.] i zawilec gajowy (*Anemone nemorosa* L.).

Gatunków i odmian bylin jest niezliczona ilość. Do najpopularniejszych i o dużym znaczeniu handlowym należą m.in.: aster (*Aster*), kosaciec (*Iris*), lilia (*Lilium*), ostróżka (*Delphinium*), piwonia (*Paeonia*) i tulipan (*Tulipa*).

**Rośliny drzewiaste** mają pędy zdrewniałe i w zależności od wysokości umieszczenia pąków wznowienia (odnawiania wzrostu) nad powierzchnią gleby C. Raunkier (wg Szafera 1949) podzielił je na: **megafanerofity** – drzewa ponad 30 m wysokości, **mezofanerofity** – drzewa 8–30 m wysokości, **mikrofanerofity** – drzewa i krzewy 2–8 m wysokości i **nanofanerofity** – krzewy poniżej 2 m wysokości.

Pąki wznowienia wymienionych form życiowych roślin drzewiastych znajdują się na pędach powietrznych wyżej aniżeli 25 cm nad powierzchnią gleby. Rośliny drzewiaste, u których pąki wznowienia znajdują się w dole pędów, nie wyżej aniżeli 25 cm powyżej gleby, to **chamefity**, czyli niskopąkowe. Są to krzewinki i półkrzewy. Półkrzewy mają górną część pędów zielną (niezdrewniałą), np. bylica (*Artemisia abrotanum* L.).

Liczba drzew i krzewów ozdobnych jest ogromna i mają one rozmaite zastosowanie. Spośród krzewinek na uwagę zasługuje przede wszystkim wrzos pospolity [*Calluna vulgaris* (L.) Hull] i wrzośce (*Erica* sp.) z licznymi odmianami.

Drzewa i krzewy otrzymane z nasion przez kilka lub kilkanaście lat pozostają w stadium wegetatywnym juvenilnym. Następnie przechodzą w stadium generatywne, które rozpoczyna się inicjacją pąków kwiatowych, dzięki czemu roślina kwitnie po raz pierwszy. Po wydaniu owoców i nasion roślina drzewiasta nie obumiera, lecz co roku oprócz pąków wegetatywnych wytwarza pąki generatywne i kwitnie każdego roku. Rośliny drzewiaste, zwłaszcza drzewa są długowieczne. Sosna długowieczna (*Pinus longaeva* D.K. Bailey), rosnąca w wysokich górach na południowym zachodzie Stanów Zjednoczonych, uważana jest za najstarsze żyjące drzewo świata. Niektóre jej okazy mają około 5000 lat. Sosna ta jest bardzo blisko spokrewniona z uprawianą u nas czasem sosną ościastą (*Pinus aristata* Engelm.), uchodzi nawet za jej odmianę (*P. aristata* var. *longaeva*). W Polsce prawdopodobnie najstarszym drzewem mającym około 1250 lat jest cis pospolity (*Taxus baccata* L.) rosnący w Henrykowie Lubańskim na Dolnym Śląsku. Najwyższymi drzewami świata, osiągającymi ponad 100 m wysokości są: mamutowiec olbrzymi [*Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J. Buchholz], występujący w Kalifornii w Stanach Zjednoczonych i niektóre gatunki australijskich eukaliptusów (*Eucalyptus* sp.). W Polsce najwyższymi drzewami rodzimymi są: jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) i świerk pospolity [*Picea abies* (L.) H. Karst.]; osiągają ponad 50 m wysokości.

Czynniki ekologiczne oddziałujące na rośliny dzieli się na dwie grupy: klimatyczne i edaficzne, czyli glebowe. Do czynników klimatycznych zaliczono: światło, ciepło (temperatura), wodę, powietrze (jego skład i zanieczyszczenia) oraz elektryczność naturalną. Wymienione czynniki wpływają na rośliny jednocześnie, w tym samym czasie. Dlatego pojęcie warunków ekologicznych albo życiowych jest złożone, gdyż nie wystarczy poznanie każdego ich składnika z osobna, aby słusznie ocenić jego znaczenie dla wzrostu i rozwoju roślin, lecz należy poznać wynik ich kompleksowego oddziaływania, który nie jest wcale sumą ani prostą wypadkową. Pomędzy poszczególnymi czynnikami zachodzą skomplikowane interakcje i od ich natężenia zależy wzrost i rozwój roślin. Badanie tych wzajemnych związków jest trudne do przeprowadzenia, dlatego w praktyce ogrodniczej z konieczności analizuje się te czynniki, które w wyniku wieloletnich obserwacji wydają się być w szczególnym stopniu odpowiedzialne za rośliny. Nie ma jednak całkowitej pewności, że inne czynniki, obecnie niedoceniane lub nieznanne, odgrywają także istotną rolę.

## 6.1. Światło

Naturalnym źródłem światła i ciepła Ziemi i jej atmosfery jest słońce. Światło jest niezbędne do wzrostu roślin i ich plonowania. Jest ono źródłem energii w procesie fotosyntezy, w którym powstają substancje organiczne. Wpływa jednakże hamująco na wzrost elongacyjny roślin.

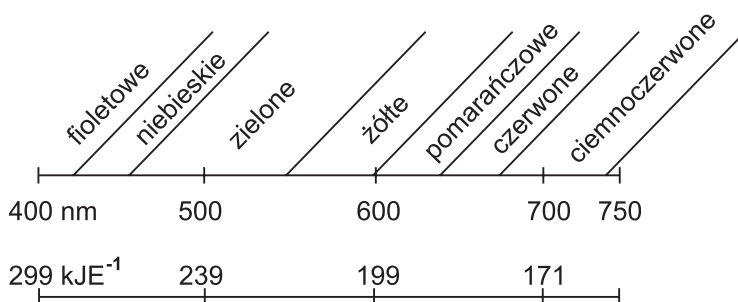
Światło jest charakteryzowane za pomocą następujących parametrów:

1. Natężenie oświetlenia, mierzone w luksach [lx], jest to natężenie oświetlenia wytworzone przez strumień świetlny 1 lm (lumen) na powierzchni 1 m<sup>2</sup>.
2. Natężenie napromienienia (napromieniowania) wyrażane jest w watach na 1 m<sup>2</sup> – W · m<sup>-2</sup>, czyli jest to natężenie napromienienia występujące, gdy moc promieniowania 1 W przypada na powierzchnię 1 m<sup>2</sup>.
3. Napromienienie wyrażane jest w dżulach na metr kwadratowy, czyli jest to napromienienie, jakie powstaje w czasie 1 s (sekunda) przy natężeniu napromienienia 1 W/m<sup>2</sup> – 1 J/m<sup>2</sup> = (1 W/m<sup>2</sup>) · 1 s.
4. Natężenie napromienienia (napromieniowania) kwantowego wyrażane jest w mikromolach na m<sup>2</sup> i sekundę – μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>. Pod pojęciem napromienienia wantowego rozumie się gęstość strumienia fotonów (PFD) w zakresie promieniowania fotosyntetycznie czynnego (PAR) lub krótko – gęstość strumienia fotosyntetycznych fotonów (PPFD).

- Ilość światła – wyrażana jest w lumenosekundach –  $\text{lm} \cdot \text{s}$ , czyli jest to ilość światła przenoszona w czasie 1 s (sekunda) przez strumień świetlny 1 lm (lumen).
- Strumień świetlny – wyrażany jest w lumenach (lm), lumen jest to strumień świetlny wysyłany w kącie bryłowym 1 sr (steradian) przez punktowe źródło światła o światłości 1 cd (kandela) –  $1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot 1 \text{ sr}$ .
- Naświetlenie – wyrażane jest w luksosekundach –  $\text{lx} \cdot \text{s}$ , luksosekunda jest to naświetlenie wywołane ilością światła 1  $\text{lm} \cdot \text{s}$  (sekunda) na powierzchni 1  $\text{m}^2$  –  $1 \text{ lx} \cdot \text{s} = 1 \text{ lm} \cdot \text{s} : (1 \text{ m}^2)$  [Kałużsko i Szamotulski 1977].

W przypadku światła słonecznego  $1 \text{ lx} = 4 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$ . W odniesieniu do lamp emitujących światło sztuczne  $1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} = 250\text{--}500 \text{ lx}$ , zależnie od źródła światła. Przelicznik określający liczbę  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$  odpowiadających jednemu luksowi charakterystyczny jest dla typu i mocy lampy. Przyjmuje on w przybliżeniu następujące wartości: 2,3 – dla wysokoprężnych lamp sodowych o mocy 400 W; 2,7–2,8 – dla lamp rtęciowych z odbłyśnikiem o mocy 400 W; 2,6–3,9 – dla lamp jarzeniowych o mocy 400 W; 4,2 – dla lamp żarowych o mocy 60–200 W. Dla światła słonecznego przelicznik ten wynosi 4,0 i dlatego  $1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} = 250 \text{ lx}$ , ale dla światła sodowego, na przykład lampy WLS-400 W, równoważna liczba luksów jest już prawie dwukrotnie większa –  $1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} = 435 \text{ lx}$ . Natężenie napromieniowania jest uzależnione od typu oraz mocy lampy i może być równe 70, 50 lub 100 luksów.

Natężenie promieniowania słonecznego docierające do Ziemi jest bardzo wysokie i wynosi około  $1050 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  (watt na  $1 \text{ m}^2$ ). Wartość ta obejmuje promieniowanie widzialne o długości fali od 380 do 770 nm ( $1 \text{ nm} = 0,000001 \text{ mm}$ ), podczerwone i nadfioletowe, czyli całkowite. Dla procesu fotosyntezy ważne jest promieniowanie fotosyntetycznie czynne (PAR, dawniej PhAR) obejmujące zakres długości fal od 400 do 700 nm. Promieniowania nadfioletowe o długości fali poniżej 380 nm i podczerwone powyżej 760 nm nie uczestniczą w reakcjach świetlnych fotosyntezy, a w wyższych dawkach działają szkodliwie na ten proces. Maksymalne natężenie promieniowania fotosyntetycznego czynnego wynosi 400–450  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Udział PAR w promieniowaniu ogólnym zależy od stopnia zachmurzenia. Przy niebie bezchmurnym PAR wynosi około 38%, przy lekkim zachmurzeniu około 44%, a przy silnym wzrasta do 58%. Zakres długości fali poszczególnych rodzajów światła i jego energii przedstawiono na załączonym schemacie [Horn 1996]:



Fotosynteza może przebiegać w zakresie temperatur od około 0 do  $50^\circ\text{C}$ . Temperaturę, przy której proces fotosyntezy zostaje zapoczątkowany, nazywa się minimalną. Może ona wynosić poniżej  $0^\circ\text{C}$ , np. u drzew iglastych, zbóż ozimych oraz u roślin alpejskich i arktycznych. W przypadku roślin pochodzących z cieplejszych stref klima-

tycznych może dochodzić do 5 lub 10°C. Większość roślin zapoczątkowuje fotosyntezę w temperaturze zbliżonej do 0°C. Fotosynteza ulega zatrzymaniu w temperaturze nadmiernej, czyli maksymalnej. Dla większości roślin wynosi ona 40–50°C, a u roślin alpejskich i arktycznych na ogół nie przekracza 25°C. Najszybciej i na stałym poziomie proces fotosyntezy przebiega w temperaturze optymalnej. U roślin C<sub>3</sub> wynosi ona około 25°C, a dla ciepłolubnych gatunków należących do tego typu 30–35°C, u roślin C<sub>4</sub> osiąga 35°C. Przy niskim natężeniu oświetlenia optimum termiczne dla fotosyntezy zaznacza się bardzo słabo. Większość roślin C<sub>3</sub> w temperaturze poniżej 16–18°C odznacza się wyższą niż u roślin C<sub>4</sub> intensywnością fotosyntezy. W temperaturze powyżej 20°C zaznacza się przewaga roślin C<sub>4</sub> nad C<sub>3</sub> [Piskornik 1994]. **Rośliny C<sub>3</sub>** (fotosynteza C<sub>3</sub>) to takie, u których w procesie fotosyntezy wiązanie dwutlenku węgla zachodzi bezpośrednio w cyklu Calvina-Bensona. Pierwszym stabilnym produktem karboksylacji u tych roślin jest związek trójwęglowy (stąd nazwa) – kwas 3-fosfoglicerynowy. Około 90% gatunków roślin naczyniowych to rośliny C<sub>3</sub>. **Rośliny C<sub>4</sub>** to takie, u których w procesie fotosyntezy wiązanie dwutlenku węgla w cyklu Calvina-Bensona jest poprzedzone wstępnym wiązaniem w szlaku Kortschacka, Hatcha i Slacka. Pierwszym produktem związania CO<sub>2</sub> u tych roślin jest związek czterowęglowy (stąd nazwa) – kwas szczawiooctowy.

Rośliny C<sub>4</sub> występują głównie na obszarach o klimacie gorącym i cechują się wysoką produktywnością, ze względu na silne obniżenie lub całkowity brak fotoodychania. Należą do nich m.in. kukurydza (*Zea mays* L.) i trzcina cukrowa (*Saccharum officinarum* L.). Wyróżniane są także **rośliny CAM** (fotosynteza CAM) – z angielskiego: *crassulacean acid metabolism* lub kwasowe. Rośliny te występują na obszarach pustynnych i półpustynnych. Proces fotosyntezy u nich wykazuje przystosowanie do powtarzających się cyklicznie okresów suszy. Rośliny te prowadzą oszczędną gospodarkę wodną. W ciągu dnia, kiedy temperatura otoczenia znacznie wzrasta, rośliny CAM zamykają aparaty szparkowe, broniąc się przed nadmierną utratą wody w wyniku transpiracji. Przy obfitości wody zachodzi u nich fotosynteza typowa dla roślin C<sub>3</sub>, tj. wiążą CO<sub>2</sub> od razu przez cykl Calvina-Bensona. Natomiast przy deficycie wody lub w warunkach stresu, powodowanego nadmiernym zasoleniem gleby, dochodzi do ekspresji genów, syntezy odpowiednich enzymów i w roślinie zachodzi fotosynteza CAM. Ten typ fotosyntezy występuje także u innych grup roślin tropikalnych, narażonych na okresowy brak wody, np. u epifitów, a również u gatunków rosnących na terenach zasolonych. Wiele gatunków roślin z rodzin: gruboszowatych (*Crassulaceae*), storczykowatych (*Orchidaceae*) i ananasowatych (*Bromeliaceae*) to rośliny typu CAM. Szacuje się, że rośliny CAM stanowią około 10% gatunków roślin naczyniowych, należących do 26 rodzin, głównie jednoliściennych i dwuliściennych, aczkolwiek stwierdzono także obecność tego typu fotosyntezy u paprotników (*Pteridophyta*). Wykazano, że dzięki prowadzeniu oszczędnej gospodarki wodnej rośliny CAM na 1000 g wody traconej w procesie transpiracji mogą związać od 10 do 40 g CO<sub>2</sub>. Odpowiednie wartości dla roślin C<sub>4</sub> wynoszą 2–4 g CO<sub>2</sub>, a dla roślin C<sub>3</sub> – 1–3 g CO<sub>2</sub>. Rośliny CAM wyróżniają się również wieloma przystosowaniami w budowie anatomicznej do oszczędnej gospodarki wodą. Typowe dla nich jest zjawisko sukulencji, polegające na małym stosunku powierzchni rośliny do jej objętości, występowaniu dużych, grubościennych komórek z dużymi wakuolami i cienką warstwą cytoplazmy, małej liczby aparatów szparkowych oraz obecności grubej kutykuli. Należą do tego typu liczne rośliny ozdobne, a spośród użytkowych m.in. ananas jadalny (*Ananas comosus* (L.) Merr.) i wanilia (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews).

Przypomnienie kilku ogólnych wiadomości o procesie fotosyntezy wydaje się uzasadnione, ponieważ wszystkie działania ogrodnika mają na celu zwiększenie jej wydajności, co przekłada się na intensywny wzrost i wysoki plon roślin.

W Polsce korzystne warunki świetlne dla roślin istnieją od końca maja do połowy października. W pozostałym okresie są one niesprzyjające. Korzystniejsze warunki świetlne występują w południowej części kraju. Dla roślin istotne są następujące parametry charakteryzujące światło: długość działania światła w ciągu doby, czyli długość dnia, natężenie światła, określane obecnie przez fizjologów jako natężenie napromienienia lub napromieniowania, a w przypadku upraw pod osłonami dodatkowo – kąt padania promieni słonecznych.

### **6.1.1. Fotoperiodyzm**

Ze względu na czas oddziaływania światła w ciągu doby wyróżniono rośliny dnia krótkiego i długiego oraz obojętnie reagujące. Reakcję roślin na długość dnia nazywa się fotoperiodyzmem. Rośliny, które do zakwitnięcia wymagają krótkiego fotoperiodu albo których zakwitaniu wyraźnie sprzyja krótki fotoperiod, nazywają się roślinami krótkiego dnia (RKD). Krytyczna długość dnia dla tych roślin jest różna i mieści się na ogół w zakresie 10–16 godzin. Przykładem roślin krótkiego dnia są chryzantemy. Późne odmiany tworzą pąki kwiatostanowe przy dniu 10–13-godzinnym, odmiany średnio wczesne inicjują pąki przy dniu 14,5-godzinnym, a odmiany wczesne zdolne są do wytworzenia zawiązków kwiatowych przy dniu długim 16–18-godzinnym, a nawet 24-godzinnym – stworzonym sztucznie przez całodobowe oświetlenie roślin. Istnieją przy tym dwie krytyczne długości dnia: pierwsza warunkuje inicjację pąka kwiatostanowego, druga umożliwia pąkowi dalszy rozwój aż do kwitnienia. Drugi krytyczny fotoperiod, zależnie od odmiany i temperatury, jest krótszy od pierwszego o 1–4 godziny. Specyficzna wrażliwość chryzantem na fotoperiod, odnosząca się do wszystkich odmian, sprowadza się do reakcji fakultatywnej, tj. względnej o charakterze ilościowym, w mniejszym zaś stopniu lub wcale, do reakcji bezwzględnej o charakterze jakościowym. Ta ostatnia dotyczy jedynie odmian późnych. Żadnej odmiany nie można określić jako neutralnej (obojętnej) fotoperiodycznie tylko dlatego, że rozwija się prawidłowo i kwitnie przy dniu długim, np. 16–18-godzinnym. Właściwość taką mają wszystkie wczesne odmiany chryzantem, kwitnące w warunkach naturalnych latem. Nie przestają być jednak przez to roślinami krótkiego dnia, ponieważ na skracanie fotoperiodu reagują ilościowo – mniej lub bardziej przyspieszonym kwitnieniem.

Reakcja fotoperiodyczna RKD kontrolowana jest przez światłoczuły barwnik zwany fitochromem, który zdolny jest do odwracalnych przemian pod wpływem czerwieni i dalekiej czerwieni. Barwnik ten występuje w dwóch formach: P 660 i P 730. Kwitnienie RKD uwarunkowane jest regulującym działaniem fitochromu P 660. W ciągu dnia, pod wpływem czerwieni, fitochrom ten przekształca się w formę P 730, ta ostatnia zaś regeneruje się w ciemności na powrót w formę P 660.

Silne nawożenie azotem przyspiesza zakwitanie RKD. Stwierdzono, że działanie okresu świetlnego krótszego niż krytyczna długość dnia może bardziej przyspieszyć kwitnienie rośliny krótkiego dnia niż okres świetlny zbliżony do krytycznej długości dnia. Liczne rośliny kwitnące późnym latem i jesienią, a pod osłonami także zimą, należą do roślin krótkiego dnia.

Spośród gatunków jednorocznych do roślin krótkiego dnia można zaliczyć m.in.: szarłat zwisły (*Amaranthus caudatus* L.), wilec bluszczowy (*Ipomoea hederacea* Jacq.), tytoń oskrzydłony (*Nicotiana alata* Link et Otto) i Sandera (*N. ×sanderæ* Sand.) i słonecznik zwyczajny (*Helianthus annuus* L.). Są to gatunki charakteryzujące się reakcją jakościową. Reakcją ilościową wykazują m.in. kosmos podwójnie pierzasty, szaflwia błyszcząca (*Salvia splendens* Sellow ex Roem. et Schuld.), niecierpek balsamina i cynia wytworna.

Wśród gatunków uprawianych jako dwuletnie do RKD można zaliczyć m.in.: prawoślaz różowy (*Alcea rosea* L.), stokrotkę trwałą (*Bellis perennis* L.) i bratek ogrodowy (*Viola ×wittrockiana*).

Wśród gatunków wieloletnich niezimujących w gruncie RKD znajdują się m.in.: dalia zmienna (*Dahlia pinnata* Cav.) oraz bieluć krzewiasty (*Brugmansia arborea* (L.) Lagerh.) i aromatyczny (*B. suaveolens* Humb. et Bonpl. ex Willd.).

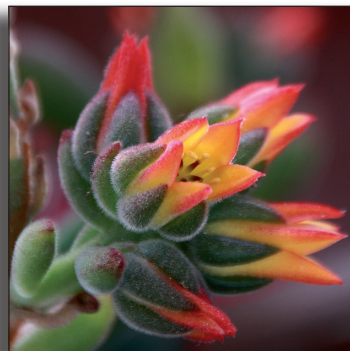
Bylinami KD są astry kwitnące jesienią, np. krzaczasty (*Aster dumosus* L.), nowoangielski (*A. novae-angliae* L.), nowobelgijski (*A. novi-belgii* L.), sercowaty (*A. cordifolius* L.) i wrzosolistny (*A. ericoides* L.), chryzantema arktyczna [*Arctanthemum arcticum* (L.) Tzvelev], przymiotno-ogrodowe (*Erigeron ×hybridus* hort.), dzielżan ogrodowy (*Helenium ×hybridum* hort.), heliopsis słonecznikowaty [*Heliopsis helianthoides* (L.) Sweet], ciemiernik biały (*Helleborus niger* L.), jęczyczka pomarańczowa [*Ligularia dentata* (A. Gray) H. Hara], rudbekie: błyskotliwa (*Rudbeckia fulgida* Ait.), naga (*R. laciniata* L.), lśniąca (*R. nitida* Nutt.) i okazała [*Rudbeckia fulgida* Aiton var. *speciosa* (Wender.) Perdue], nawłóć pospolita (*Solidago virgaurea* L.) i kanadyjska (*S. canadensis* L.).

Spośród taksonów uprawianych pod osłonami na kwiat cięty RKD wyróżnia się m.in. chryzantema wielkokwiatowa [*Chrysanthemum ×grandiflorum* (Ramat.) Kitam.] i wilczomlecz piękny (*Euphorbia pulcherrima*).

Wśród gatunków doniczkowych o ozdobnych kwiatach RKD są np.: begonia zimowa (*Begonia ×elatior* Maatsch), azalia doniczkowa *Rhododendron Simsii-Hybridum*, wrzos pospolity [*Calluna vulgaris* (L.) Hull], kolumnea keweńska (*Columnea ×kewensis* hort.), wrzosiec delikatny (*Erica gracilis* J.C. Wendl.), kalanchoe Blossfelda z odmianami (*Kalanchoë blossfeldiana* Poelln.) i kaktus szlumbergera ucięta [*Schlumbergera truncata* (Haw.) Moran].

Rośliny krótkiego dnia przydatne są do tzw. uprawy sterowanej. Polega ona na sztucznym skracaniu długości dnia poprzez zaciemnianie w czasie trwania naturalnego okresu dni długich albo na przedłużaniu dnia światłem sztucznym w okresie dni krótkich, a także na utrzymaniu odpowiedniej temperatury. Uprawa sterowana może dotyczyć jednego cyklu produkcyjnego lub kilku. Jeżeli jest ich kilka i przeprowadza się je po sobie w ciągu całego roku, to taką uprawę nazywa się całoroczną [Jerzy 1992]. Uprawa sterowana roślin ozdobnych będzie tematem oddzielnego wykładu.

Rośliny, które kwitną przy fotoperiodzie dłuższym niż 10–16-godzinny – nazywają się roślinami długiego dnia (RDD). Należą do tej grupy rośliny kwitnące w okresie długich dni wczesnego lata w strefie umiarkowanej. Jest ich bardzo dużo, dlatego nie są wymienione. Poszczególne gatunki i odmiany różnią się jednak znacznie wymaganiami



odnośnie do długości fotoperiodu. W warunkach długiego dnia w roślinie gromadzi się forma fitochromu  $P_{730}$ , która u RDD stymuluje zakwitanie.

Niektóre rośliny są w dużym stopniu niewrażliwe na długość dnia. Kwitną prawie przy każdym fotoperiodzie w przedziale od 5 do 24 godzin, a więc niemal przy nieprzerwanym oświetleniu. Są to rośliny obojętne na długość dnia lub neutralne (RN). Do grupy tej zaliczono m.in.: fuksję mieszańcową (*Fuchsia ×hybrida* Voss), groszek pachnący (*Lathyrus odoratus* L.), miesięcznicę dwuletnią (*Lunaria annua* L.), koleus Blumego (*Coleus blumei* Benth.), obecnie obowiązująca nazwa tej rośliny brzmi *Plectranthus scutellarioides* (L.) R.Br., bodziszek (*Geranium* sp.), różę (*Rosa* sp.) i różne gatunki różaneczników (*Rhododendron* sp. div.).

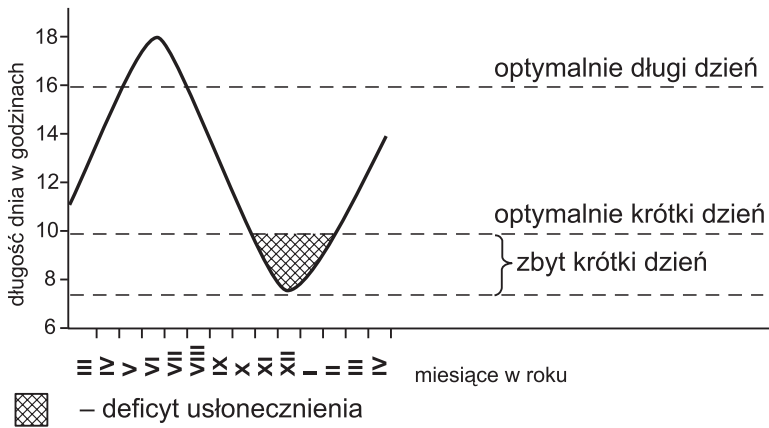
### 6.1.2. Warunki świetlne

Jeżeli fotoperiod jest zupełnie nieodpowiedni dla danej rośliny, roślina w ogóle nie zakwita.

W Polsce długość dnia wyznaczona czasem działania światła słonecznego o określonym natężeniu jest znacznie zróżnicowana (ryc. 1), podobnie jak kąt padania promieni słonecznych (tab. 5). Szczególnie niekorzystne warunki świetlne panują u nas od 1 listopada do 15 lutego. Mało jest dni słonecznych, a długość i intensywność nasłonecznienia są także niewielkie (tab. 6). Promienie słoneczne padają pod małym kątem, co w uprawie pod osłonami powoduje dodatkowe straty światła wskutek odbicia części promieni od szyb lub folii. Natężenie napromieniowania w tym czasie, od godziny 12–13, wynosi od 10 do 70  $W \cdot m^{-2}$ , występuje więc jego niedobór. Liczne rośliny ozdobne uprawiane w szklarni zimą rosną zadowolająco przy świetle o natężeniu 5000 lx. Zachmurzenie występujące w tym czasie dodatkowo rozprasza promienie świetlne i zmniejsza natężenie promieniowania słonecznego. Powłoki szklarni, w zależności od czystości przepuszczają 50–70% promieni świetlnych. Wydajność fotosyntezy w takich warunkach jest niska, rośliny rosną i rozwijają się słabo. W okresie jesienno-zimowym światło jest najważniejszym czynnikiem ograniczającym fotosyntezę.

Zapotrzebowanie na światło w produkcji niektórych roślin o ozdobnych liściach podali Poole i Conover [1989]. Przy świetle o małym natężeniu napromieniowania kwantowego, wynoszącym 130–330  $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ , mogą rosnąć gatunki z rodzajów *Aglaonema*, *Calathea* i *Chlorophytum* oraz *Coffea arabica* L. Średniego natężenia napromieniowania, wynoszącego 200–400  $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ , potrzebują gatunki z rodzajów *Chamaedorea*, *Diffenbachia*, *Nephrolepis*, *Peperomia* i *Sansevieria* oraz *Cissus rhombifolia* Vahl, *Cordyline fruticosa* (L.) A. Chev., *Dracaena fragrans* (L.) Ker-Gawl., *Hedera helix* L., *Philodendron hederaceum* (Jacq.) Schott i *Syngonium podophyllum* Schott. Umiarkowanie wysokie wymagania do natężenia napromieniowania, wynoszącego 330–600  $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ , mają gatunki z rodzajów *Asparagus* i *Schefflera* oraz *Dracaena marginata* Lam., *Monstera deliciosa* Liebm. i *Yucca elephantipes* Regel. Wysokiego natężenia, wynoszącego 530–800  $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ , wymagają *Chrysalidocarpus lutescens* H. Wendl., *Codiaeum variegatum* (L.) Blume var. *variegatum*, *Ficus benjamina* L., *F. elastica* Roxb. i *F. lyrata* Warb. oraz *Philodendron bipinnatifidum* Schott ex Endl. Pnącze *Epipremnum pinnatum* (L.) Engl. rośnie przy natężeniu od 200 do 800  $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ . W produkcji wymienionych roślin stosowane jest światło o dolnych wartościach natężenia napromieniowania.





Ryc. 1. Długość dnia w Polsce w poszczególnych miesiącach roku z uwzględnieniem czasu działania słabego światła o brzasku i o zmierzchu [Jerzy 1979]

Uwaga: Przy obliczaniu długości dnia uwzględniono czas działania światła słonecznego o natężeniu przekraczającym 20 lx przed i po zachodzie słońca, tj. o brzasku i o zmierzchu. Wpływ tego światła na reakcję fotoperiodyczną chryzantem jest również istotny. Dlatego jako początek dnia przyjęto moment, w którym natężenie światła słonecznego w szklarni na wysokości wierzchołków roślin osiąga tę właśnie wartość. Droga pomiarów ustalono, że tylko w listopadzie, grudniu, styczniu i lutym moment ten pokrywa się z godziną wschodu słońca. W późniejszym okresie – od marca do czerwca – chryzantemy otrzymują światło słoneczne o natężeniu 20 lx już wcześniej, od kilku do około 30 minut przed wschodem słońca. Podobne różnice, ale o kierunku odwrotnym, obserwuje się od lipca do października. Moment, w którym natężenie światła słonecznego wynosi 20 lx, przyjęto również jako koniec dnia. Ustalono, że nawet w grudniu godzina zachodu słońca nie pokrywa się z tym momentem, gdyż wyprzedza go średnio o 15 minut, a w czerwcu wyprzedzenie to dochodzi do około 45 minut, np. zmierzono, że 15 czerwca 1975 r. w momencie zachodu słońca natężenie światła wynosiło 1500 lx, 15 minut później 400 lx, a dopiero po kolejnych 30 minutach – 20 lx.

Tabela 5

Długość dnia liczona od wschodu do zachodu słońca i kąt padania promieni słonecznych w południe w czterech charakterystycznych dniach roku w Warszawie [Kaczyński i in. 1979, z Piroga 1993]

Dzień	Długość dnia	Kąt padania promieni słonecznych
21 marca	12 h 13 min	3744'
22 czerwca	16 h 42 min	1614'
23 września	12 h 12 min	3747'
22 grudnia	7 h 37 min	1420'

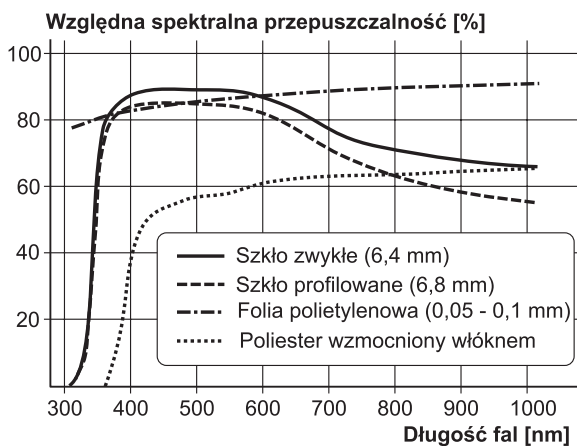
Tabela 6

Liczba dni bezsłonecznych i słonecznych oraz czas usłonecznienia rzeczywistego  
w ciągu doby  
w poszczególnych miesiącach w Europie Środkowej [Seemann 1957]

Miesiąc	Liczba dni bezsłonecznych	Liczba dni słonecznych	Liczba godzin usłonecznienia w dniu słonecznym
Październik	6,4–9,1	24,6–21,9	2,7–2,1
Listopad	11,5–16,6	18,5–13,4	1,3–2,1
Grudzień	13,8–21,7	17,2–9,3	0,6–1,5
Styczeń	12,4–18,8	18,6–12,2	1,1–1,9
Luty	7,8–12,5	20,2–15,5	2,0–3,1
Marzec	5,8–9,3	25,2–21,7	3,1–4,3

Intensywność światła naturalnego może być częściowo regulowana przez człowieka. Wykorzystanie naturalnych warunków świetlnych pod osłonami można poprawić przez: odpowiednie usytuowanie szklarni i tuneli foliowych w stosunku do stron świata; utrzymanie czystości powłok (szkło, folia); montowanie elementów konstrukcyjnych, np. szczeblin i płatwi dachowych o małych przekrojach oraz w odpowiedniej rozstawie; montowanie rur grzewczych o małych przekrojach i nisko, podobnie innych elementów; malowanie na biało wszelkich wewnętrznych elementów konstrukcji i wyposażenia, a także ściółkowanie materiałami refleksyjnymi w formie białej folii polietylenowej, granulatu styropianowego lub perlitu [Piróg 1993]. Natomiast natężenie światła słonecznego można zmniejszyć poprzez cieniowanie.

Ilość światła przedostająca się do szklarni lub tunelu foliowego zależy również od przezroczystości użytego szkła lub tworzywa sztucznego (ryc. 2 i tab. 7). Czysta folia polietylenowa i poliester wzmocniony włóknem szklanym odznaczają się wysoką przepuszczalnością światła. Przepuszczalność widmowa szkła zależy od jego jakości, jednolitości oraz stopnia zanieczyszczenia (ryc. 3), a to z kolei jest wynikiem stopnia zanieczyszczenia powietrza (tab. 8). Wysokim współczynnikiem przepuszczalności światła wynoszącym 91,3–91,5% odznacza się szkło ogrodowe 91+, produkowane przez Hutę Szkła Okiennego „Murów” S.A. koło Opola. Przepuszcza ono dużo światła czerwonego i niebieskiego, czyli światła najbardziej aktywnego w procesie fotosyntezy. Ten rodzaj szkła stosuje się powszechnie do pokrywania szklarni w Holandii i innych krajach Europy Zachodniej [Nowak 1995]. Przy średnim zapyleniu powietrza po czterech tygodniach użytkowania szklarni ilość światła dochodzącego do wnętrza zmniejsza się o 15–20%, a po dłuższym okresie użytkowania – nawet o 40%. Dlatego konieczne jest mycie połaci dachowych i ścian bocznych przynajmniej dwa razy w roku (jesienią i bardzo wczesną wiosną). W Polsce do mycia szyb w szklarniach stosuje się środek pod nazwą CH-71, który zawiera 5% kwasu fluorowodorowego i 3% kwasu ortofosforowego. Środkiem tym, w rozcieńczeniu 1:10-20, przemywa się szyby i po 5–10 minutach spłukuje wodą.

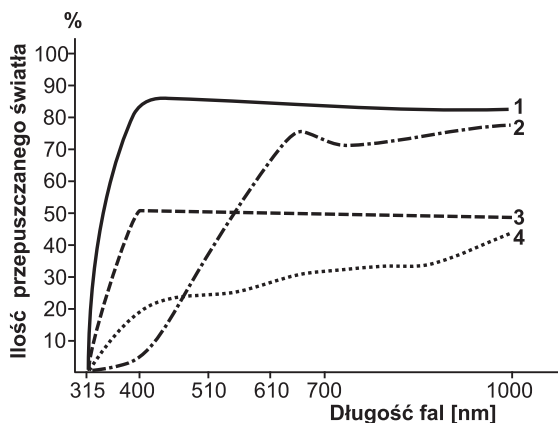


Ryc. 2. Względna spektralna przepuszczalność materiałów stosowanych jako powłoki w budownictwie ogrodniczym [Rheinhold 1966]

Tabela 7

Procentowa przepuszczalność szkła i osłon z tworzywa sztucznego dla fotosyntetycznie skutecznego promieniowania przy doświetlaniu lampą fluorescencyjną [Rheinhold 1966]

Rodzaj szkła lub tworzywa	Grubość [mm]	Przepuszczalność [%]
szkło zwykłe	3–6	88–90
szkło profilowane	5–6	65–87
folia polietylenowa	0,05–0,1	84–87
poliester wzmocniony włóknem szklanym	1–1,5	80–85



Ryc. 3. Przepuszczalność promieniowania słonecznego czystego i zanieczyszczonego szkła [Van Koot 1968, z Piroga 1993]: 1 – szkło czyste, 2 – szkło zanieczyszczone związkami żelaza, 3 – szkło zacieniowane, 4 – szkło zapyłone

Stopień zapylenia powietrza [Fortman 1961]

Stopień	Opad pyłu w ciągu doby [g na 1 m <sup>2</sup> ]
słaby	0,25–0,70
średni	0,80–1,80
silny	1,90–3,00

### 6.1.3. Doświetlanie światłem sztucznym

Zimą rośliny mają za mało światła, dlatego światło dzienne należy uzupełnić światłem sztucznym lamp elektrycznych. Stosuje się doświetlanie przez włączanie światła w godzinach przedwiecznych lub pod koniec nocy, a wygaszanie w ciągu dnia oraz wzmacnianie światła naturalnego światłem sztucznym przez cały dzień lub przez pewną jego część, co zależy od aktualnych warunków pogodowych. Często używa się obydwu sposobów [Piskornik 1994]. Doświetlanie światłem sztucznym stosuje się przy produkcji rozsady, dorastaniu roślin młodych i do lepszego kwitnienia. Wpływa ono także korzystnie na ukorzenianie się różnego typu sadzonek w warunkach *in vivo* i *in vitro*. Doświetlanie roślin zimą nazywane jest doświetlaniem fotosyntetycznym. Aby zapewnić prawidłowy wzrost roślin, należy zachować optymalną proporcję pomiędzy energią dostarczaną w formie światła czerwonego o długości fali 600–700 nm i światła niebieskiego o długości fali 400–500 nm. Rośliny rosnące wyłącznie w świetle czerwonym są wiotkie i mają małe liście. Pod wpływem światła niebieskiego stają się silniejsze, a ich liście większe i intensywnie zielone.

Do doświetlania roślin służą różne typy lamp. **Lampy fluorescencyjne** lub **jarzeniowe (świetlówki)** dzieli się na kilka rodzajów (tab. 9):

Tabela 9

Lampy fluorescencyjne do doświetlania roślin

Typ lampy	Wyposażenie	Wysokość zawieszenia (cm)	Liczba lamp w agregacie	Producent lamp
LF-40 (Flora)	agregat o wymiarach 1,2 × 1 m	20–30	10–12	COBR Warszawa
LF-40 (białe 3500K)	agregat o wymiarach 1,2 × 1 m	20–30	8–12	COBR Warszawa
LF-40 (chłodno-białe 4500K)	agregat o wymiarach 1,2 × 1 m	20–30	8–12	COBR Warszawa
LT 36 W/077	agregat o wymiarach 1,2 × 1 m	20–30	8–10	NARVA (Alinex) Warszawa
LT 58 W/77	agregat o wymiarach 1,5 × 1 m	20–30	4–5	NARVA (Alinex) Warszawa
LT 36 W/77	agregat o wymiarach 1,2 × 1 m	30–60	6–8	OSRAM Niemcy
TL'D 58 W/83 lub TL'D 58 W/84	oprawa PACIFIC 195/158	60	rozstawa pojedynczych lamp 0,3 × 2	PHILIPS Piła
TL'D 58 W/83 lub TL'D 58 W/84	oprawa PACIFIC 195/158	100	rozstawa pojedynczych lamp 0,6 × 3	PHILIPS Piła

LF-40 (Flora, białe – 3500°K, chłodno-białe – 4500°K), LT 36 W/077, LT 58 W/077, L 36 W/077 i L 58 W/77. W celu uzyskania intensywnego światła łączy się je w agregaty po 4–12, w zależności od wymaganego natężenia światła i zawieszają 20–60 cm nad wierzchołkami roślin. Lampy PACIFIC 195/158 i PACIFIC 195/258 zawieszane są pojedynczo, w specjalnych oprawach, na wysokości 60–100 cm. Lampy fluorescencyjne znajdują zastosowanie przede wszystkim w laboratoriach, gdzie rośliny produkuje się wyłącznie przy świetle sztucznym. Wadą takiego sposobu doświetlania jest cieniowanie roślin przez agregat. Należy je usuwać znad roślin w ciągu dnia. Do włączania lamp fluorescencyjnych w obwód prądu potrzebne są stateczniki SZF 1–40/220 i zapłonnik ZTE 13–80 z obudową aluminiową.

Do doświetlania w celu utrzymania roślin krótkiego dnia we wzroście wegetatywnym, tj. do wydłużania dnia stosuje się **lampy żarowe** 100 lub 150 W, standardowe lub reflektorowe. Zastosowanie mają tutaj żarówki energooszczędne Flower-power 80W i lampy fluorescencyjne w kształcie kuli SLxR 18 W AGRO, produkowane przez firmę Philips Lighting Poland w Pile. Każda z tych lamp emituje takie samo światło jak lampa 150 W, które nie jest przydatne do fotosyntezy. Zawieszają się je na wysokości 1,5–2 m i w odległościach  $3 \times 3$  m.

**Lampy rtęciowe** (tab. 10) mają wewnątrz bańki szklanej od połowy wysokości do gwintu pokryte cienką warstwą tlenku tytanu, tworzącą tzw. odbłyśnik. Pozostała część wnętrza bańki pokryta jest cienką warstwą fluorogermanianu magnezowego. Warstwa ta, zwana luminoforem, przetwarza promieniowanie ultrafioletowe jarznika na fale widzialne. Najczęściej stosowane są trzy rodzaje lamp rtęciowych: LRF – 250 i 400 W, LRFR – 250 i 400 W, HPL-N-400 W, HQI-R-250/NDL i HQI-R-125 De LUXE. Lampy o mocy 250 W zawieszają się 60–80 cm nad wierzchołkami roślin. Jedna lampa doświetla około 1 m<sup>2</sup>. Lampy o mocy 400 W zawieszają się 120–150 cm nad wierzchołkami roślin; pojedynczo doświetla około 2 m<sup>2</sup>. Lampy te przyłącza się do sieci zasilającej prądu zmiennego 220 V poprzez statecznik SRI-250 lub 400/229-LN-460. Wkręca się je w oprawę typu Goliat.

**Lampy sodowe** (tab. 11) WLS-400 lub 600 W dają światło żółtiste. Są to wysokoprężne lampy o mocy 400 i 600 W z jarznikiem zawierającym pary sodu. Mają one kształt wydłużony. Zawieszają się je poziomo 1,5 m nad wierzchołkami roślin. Jedna lampa doświetla 3 m<sup>2</sup>. Przyłącza się je do sieci zasilającej prądu zmiennego za pomocą statecznika SISL-400/200 i zapłonnika TUZ-400/2. Mają one zewnętrzny odbłyśnik z blachy aluminiowej lub czarnej pokrytej białym lakierem. Są to dobre lampy produkowane w Polsce [Piróg 1997].

**Lampy wysokoprężne sodowe** SON-T Agro 400 W produkuje Philips Lighting Poland S.A. w Pile. Lampy te w porównaniu z typową lampą sodową WLS-400 W mają o 15% większy strumień świetlny oraz zmodyfikowane spektrum promieniowania – o 30% większą emisję w paśmie światła niebieskiego. Uważane są one za uniwersalne źródło światła do rozmaitych zastosowań. W Holandii i w innych krajach Europy Zachodniej są one jednym z najpopularniejszych źródeł światła do profesjonalnego doświetlania fotosyntetycznego [Ślęk 1996].

Oprócz lamp wymienionych stosowane są również: holenderskie firmy Philips-SON-T Plus oraz niemieckie OSRAM-VIALOX PLANTA T 400 i 600 W i VIALOX NAV-T 600 W SUPER.

Tabela 10

## Lampy rtęciowe do doświetlania roślin

Typ lampy	Wyposażenie	Wysokość zawieszenia [m]	Rozstawa lamp [m]	Producent lamp
LRFR 250W	wewnętrzny odbłyśnik tytanowy	0,6–0,8	1,2 × 1,2	COBR Warszawa
LRFR 400W	wewnętrzny odbłyśnik tytanowy	1,2–1,5	1,6 × 1,6	COBR Warszawa
LRF 250W	zewewnętrzny odbłyśnik oprawa ONR-u 250/R	1,0–1,5	1,5×1,5	POLAM-REM S.A. Gdańsk
LRF 400W	zewewnętrzny odbłyśnik oprawa ONR-u 400/R	1,5–2,5	2,5 × 2,5	POLAM-REM S.A. Gdańsk
HPL-N-400W	wewnętrzny odbłyśnik	1,5	1,6 × 1,6	POLAM-REM S.A. Gdańsk
HQ-R-250/NDL	wewnętrzny odbłyśnik	1,4–1,6	1,6–2,0 × 1,6–2,0	OSRAM Niemcy
HQL R 125 DE LUXE	wewnętrzny odbłyśnik	1,4–1,6	1,6–2,0 × 1,6–2,0	OSRAM Niemcy

Tabela 11

## Lampy sodowe do doświetlania roślin

Typ lampy	Wyposażenie	Wysokość zawieszenia [m]	Rozstawa lamp [m]	Producent opraw
WLS-400W	oprawa ORS-400-S	1,5–2,5	2 × 4 do 3 × 6	ELGO Gostynin
WLS-400W	oprawa RZN-400-S	1–1,6	2 × 4 do 3 × 6	ELJOT Warszawa
WLS-400W	oprawa ONR-u 400S	1,5–2,5	1,5 × 1,5 do 3 × 3	POLAM-REM S.A. Gdańsk
SON-T AGRO	oprawa SGR-140	1,8–2,4	4 × 2,2 do 6,4 × 3,5	PHILIPS Piła
SON-T AGRO	oprawa SGR-200	0,9–1,5	6,4 × 2,5	PHILIPS Piła
SON-T AGRO	oprawa PL 90 W POOT	1,2–2,0	2–3 × 4–5	LICHTENERGIE bv Holandia
SON-T AGRO	oprawa PL 90 D POOT	1,5–1,6	3,2–4,5 × 3,2–4,5	LICHTENERGIE bv Holandia
VIALOX PLAN-TA T400W	oprawy polskie lub holenderskie	jak dla danego typu oprawy	jak dla danego typu oprawy	LICHTENERGIE bv Holandia
VIALOX PLAN-TA T600W				
VIALOX NAV T600W SUPER				

**Lampy metalohalogenowe** są lampami nowszej generacji, emitującymi dwukrotnie więcej światła niż lampy rtęciowe tej samej mocy. Barwę bardzo zbliżoną do światła słonecznego wytwarzają np. lampy LRJD-400 W i POWER STAR HQJ. W celu uzyskania dobrego i równomiernego oświetlenia powierzchni stosuje się oprawy odbłyśnikowe, podobnie jak dla lamp sodowych [Piróg 1997].

Obecnie do doświetlania fotosyntetycznego roślin firma Philips proponuje dwie nowe lampy.

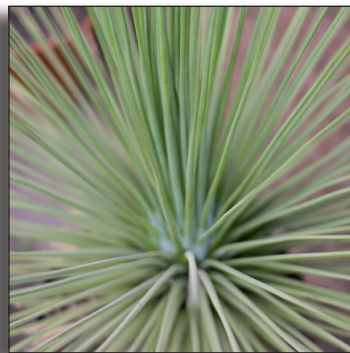
Lampa MASTER SON-T PIA Green Power 400 W emituje o 6% więcej światła potrzebnego do wzrostu roślin, przy tym samym poborze energii elektrycznej. Trwałość użytkowa tej lampy wynosi ponad 10 tysięcy godzin. Charakteryzuje się ona minimalnym spadkiem nominalnego strumienia świetlnego w całym okresie użytkowania.

Lampa MASTER SON-T PIA Green Power 600 W 400 V – charakteryzuje się najniższym zużyciem energii elektrycznej przy najwyższym poziomie strumienia świetlnego potrzebnego do wzrostu roślin. Wartość minimalnego strumienia świetlnego lampy pozostaje na stabilnym poziomie przez cały okres użytkowania. Lampa emituje 88 500 lm nominalnego strumienia świetlnego i o 7% więcej światła potrzebnego do wzrostu roślin (PPF) niż oferuje system pracujący pod napięciem 230 V. Dla wymienionych lamp oferowane są oprawy produkcji firmy ZATRA w Skierniewicach [Morawski i Jarosiewicz 2004].

#### **6.1.4. Cieniowanie**

Dla wielu roślin ozdobnych produkowanych pod osłonami natężenie światła słonecznego późną wiosną i latem jest za wysokie i może powodować zaburzenia w ich wzroście, a nawet poparzenia, przy nieumiejętnym podlewaniu na liście. Wówczas konieczne jest zmniejszenie jego natężenia poprzez cieniowanie, dzięki któremu obniża się również temperaturę wewnątrz obiektu. Do krótkotrwałego cieniowania można używać kredy, wapna lub gliny, lecz pierwszy obfity deszcz zmywa te materiały. Trwalszym preparatem jest kontrasun, zmywany dopiero po nastaniu pierwszych silniejszych przymrozków. W szklarni nad roślinami można rozciągnąć tzw. cieniówkę, tj. siatkę o drobnych oczkach lub tkaninę. Specjalne tworzywo sztuczne używane do pokrywania szklarni podczas silnej operacji słonecznej staje się matowe i rozprasza światło, dzięki czemu zmniejsza się natężenie promieniowania. Specjalne materiały cieniujące to jednowarstwowe kurtyny złożone z aluminiowych i plastikowych pasków o szerokości 5 mm i grubości 0,9 mm, połączonych za pomocą nici. Kurtyny różnią się przepuszczalnością światła i oszczędnością energii, w zależności od liczby użytych pasków. Różnice między cieniówkami dotyczą także sposobu montażu. W konstrukcjach przepuszczalnych dla promieni ultrafioletowych stosowane są cieniówki typu ULS, a dla wykazujących absorpcję – typu SLS, w formie kurtyn poziomych lub w wersji H, do podwieszania na haczykach. Materiały cieniujące typu **Revolux** są niepalne i dostępne w formie kurtyn poziomych ULS i rolet ILS do stosowania na zewnątrz (wersja F) [Przymęska 1999].

Jako środki do cieniowania są zalecane: Parasolex – do cieniowania szklarni, Parasolex Plastic – do cieniowania tuneli foliowych, Transolex – uniwersalna cieniówka



w płynie i Resolex – o trwałości 30 dni. Preparaty te mają optymalnie zaciemniać przy słonecznej pogodzie, dostarczać maksimum światła przy zachmurzeniu, zatrzymywać promieniowanie UV, przeciwdziałać nadmiernej temperaturze i wytrzymywać ulewne deszcze. Praktykowane bywa czasami, zwłaszcza w szklarniach-palmiarniach cieniowanie za pomocą zamgławiania.

Cieniowania wymagają między innymi rośliny z rodziny ostrojowatych, np. sepolia, syningia, kolumnea, obrazkowatych, np. anturium, begonie i paprocie.

### 6.1.5. Zaciemnianie

W sterowanej uprawie roślin ozdobnych, np. chryzantem i wilczomleczu pięknego (poinsejji), roślinom trzeba zapewnić dzień krótki, aby weszły w fazę generatywną. Do zaciemniania używano grubszej czarnej folii, która bardzo słabo przepuszcza światło (do 20 luksów), ale nie zapewnia wymiany powietrza. Po utworzeniu tuneliku szybko podnosi się temperatura wokół roślin. Obecnie do zaciemniania używa się tkanin w formie kurtyn energooszczędnych, które nie przepuszczają światła i zapewniają dobrą wymianę powietrza [Piróg 1997].

Są to najczęściej kurtyny dwuwarstwowe. Znanych jest kilka tego rodzaju materiałów, np. szwedzka Obscura. Włóknina **Obscura A/B + B** składa się z aluminiowo-plastikowych pasków szerokości 5 mm, połączonych w warstwę zewnętrzną (A/B) i z czarnych plastikowych pasków, które tworzą warstwę wewnętrzną (B). Warstwa aluminiowa odbija padające promienie słoneczne i wolniej się nagrzewa. Plastikowa warstwa wewnętrzna absorbuje w ciągu dnia ciepło, a pod koniec dnia oddaje je otoczeniu. Dzięki temu nie dochodzi do kondensacji pary wodnej zawartej w powietrzu, a oszczędność energii wynosi około 75%. Materiał Obscura A/B + B przepuszcza zaledwie 0,01% światła, które nie zakłóca indukcji pąków kwiatowych lub kwiatostanowych roślin krótkiego dnia. Jest także nieprzepuszczalny dla wody deszczowej. W innym materiale, tj. **Obscura A/B + B/W** warstwa wewnętrzna pokryta od spodu białą farbą refleksyjną odbija około 60% światła przepuszczalnego. Oba rodzaje włóknin są dostępne w typie SLS i ULS. Do zaciemniania odpowiednia jest także jednowarstwowa czarna włóknina LS 100 o energooszczędności 43% i przepuszczalności światła 0,05%, do montażu w szklarni w formie kurtyn poziomych. W uprawie chryzantem w tunelu foliowym, bez możliwości automatycznego zaciemniania roślin, włókninę można zamocować nad zagonem za pomocą żyłek. Materiał zaciemniający trzeba od dołu zabezpieczyć za pomocą szczelnego rękawa, tak aby do roślin nie dochodziło światło [Przymęska 1999].

## 6.2. Ciepło

Równoważnym terminem określającym ciepło, używanym w publikacjach ogrodniczych jest temperatura, lecz z fizyki wiadomo, że nie są to pojęcia całkowicie tożsame, choć ze względów praktycznych powszechnie się je stosuje. Ciepło jest niezbędne do procesu fotosyntezy i oddychania. Obydwa te procesy mają swoją temperaturę minimalną, maksymalną i optymalną. Temperatura minimalna i maksymalna hamuje przebieg danego procesu. Natomiast w temperaturze optymalnej określone procesy osiągają swoją największą szybkość i wszystkie fazy rozwojowe przechodzą prawidłowo, dzięki czemu



rośliny rozwijają się najlepiej. Jest to ważne w produkcji roślin, gdyż przy optimum termicznym, a także właściwej proporcji światła i dwutlenku węgla, fotosynteza przewyższa dziesięciokrotnie rozchód asymilatów na oddychanie. W normalnych warunkach roślina zużywa na oddychanie 20–30% wytworzonej substancji organicznej. Optimum termiczne oddychania jest na ogół wyższe od optimum termicznego fotosyntezy i wzrostu (ryc. 4). Znajomość tego faktu ma istotne znaczenie w uprawie szklarniowej, zwłaszcza zimą, gdy natężenie światła jest niskie. Wysoka temperatura stwarza wówczas niekorzystne warunki do wzrostu, gdyż małej produkcji biomasy towarzyszą duże jej straty wskutek intensywnego oddychania. Optimum temperatury leży zwykle w pobliżu maksimum, dlatego łatwo je przekroczyć. Dla produkcji biomasy istotny jest poziom fotosyntezy netto. W zależności od gatunku optymalna temperatura do fotosyntezy wynosi 16–25°C. Ilość ciepła mierzy się za pomocą termometru i ciepłotę jakiegoś okresu określa się w dobostopniach. Jest to wartość liczbowa sumy iloczynów średnich temperatur dobowych i czasu ich trwania (w dobach). Na przykład, jeśli w dekadzie (10 dni) średnie dobowe temperatury wynosiły: 15, 12, 10, 10, 12, 15, 15, 13, 13, 11, to ich suma wyniesie 126 dobostopni według rachunku:

$$10 \cdot 2 = 20$$

$$11 \cdot 1 = 11$$

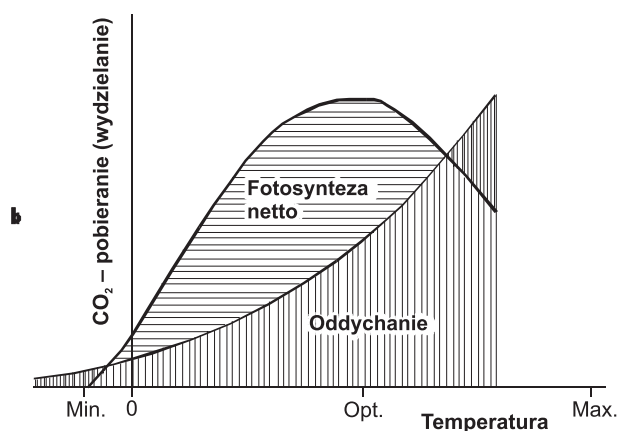
$$12 \cdot 2 = 24$$

$$13 \cdot 2 = 26$$

$$15 \cdot 3 = 45$$

$$\Sigma = 126 \text{ dobostopni.}$$

W badaniach Oszkinis [1976] o szybkości rozpoczynania kwitnienia tulipanów decydowała głównie suma średnich dobowych temperatur dodatnich, ustalanych od 1 stycznia. Najszybciej pojaw ten występował wówczas, gdy sumy ciepła były najwyższe i w zależności od grup wynosiły od 291°C dla odmian z grupy tulipanów Kaufmanna (*Tulipa kaufmanniana* Regel) do 449°C dla odmian z grupy mieszaińców Darwina.



Ryc. 4. Schemat zależności między oddychaniem a fotosyntezą przy wzrastającej temperaturze [Vogel 1981]

### 6.2.1. Wymagania cieplne

Poszczególne gatunki, odmiany, a nawet osobniki mają rozmaite wymagania termiczne, wiąże się to m.in. z ich pochodzeniem. Różnice te przejawiają się szczególnie wyraźnie w odporności na niską temperaturę. Ekstremalne temperatury powietrza na kuli ziemskiej wynoszą od  $-87^{\circ}\text{C}$  na Antarktydzie do  $+58^{\circ}\text{C}$  na Saharze. Granice i minima są różne dla gatunków i poszczególnych organów rośliny. Na przykład dla liści roślin tropikalnych granice te wynoszą od  $-2$  do  $+5^{\circ}\text{C}$  i od 45 do  $55^{\circ}\text{C}$ . Dla arktyczno-alpejskich gatunków znajdują się między  $-20$  ( $-70^{\circ}\text{C}$ ) i 44 ( $54^{\circ}\text{C}$ ). Difenbachia, znana tropikalna roślina służąca do dekoracji wnętrz, po kilkudniowym oddziaływaniu temperatury  $+10^{\circ}\text{C}$  przestaje rosnąć i powoli obumiera. U arktyczno-alpejskiej skalnicy naprzeciwistnej (*Saxifraga oppositifolia* L.) minimum dla łodygi wynosi  $-25^{\circ}\text{C}$ , a dla kwiatów  $-8^{\circ}\text{C}$ . Igły (szpilki) świerka pospolitego [*Picea abies* (L.) H. Karst.] zimą znoszą temperaturę do  $-38^{\circ}\text{C}$ , a latem tylko do  $-7^{\circ}\text{C}$ . Temperatura optymalna dla wzrostu roślin klimatu umiarkowanego wynosi od 15 do 45, a dla roślin klimatu chłodnego (psychrofitów) – poniżej  $15^{\circ}\text{C}$ .

Rośliny klimatu umiarkowanego przystosowane są do sezonowych i dobowych amplitud temperatur. Od jesieni ich wytrzymałość na niską temperaturę wzrasta, zimą jest największa, a wiosną znowu się zmniejsza. Najbardziej wrażliwe są przy pełnym nasyceniu wodą, gdyż ta zamarza w komórkach. Kryształ lodu uszkadza struktury komórkowe, zwłaszcza cytoplazmę. Lód odciąga wodę z koloidów cytoplazmy i dochodzi do ich denaturacji [Pałczyński 1991].

Z licznych doświadczeń ścisłych i praktyki ogrodniczej wiadomo, że dla roślin, w tym także ozdobnych, korzystne dla ich wzrostu jest obniżenie temperatury nocy o kilka stopni. Ma to także istotne znaczenie ekonomiczne, gdyż w uprawie roślin szklarniowych umożliwia oszczędność opału przede wszystkim zimą. Wymagania cieplne najważniejszych roślin ozdobnych, doniczkowych i uprawianych na kwiaty cięte zestawiono w tabelach 12–15.

Wśród roślin doniczkowych o ozdobnych kwiatach (tab. 12) najmniej ciepła wymagają: wrosiec delikatny, pierwiosnek pospolity, starzec popielnik, pantofelnik mieszańcowy i pierwiosnek ślimakowaty. Z tego powodu rośliny te kwalifikowane są jako energooszczędne. Największe wymagania cieplne mają: wilczomlec piękny (poinsecja), bez lilak i hortensja ogrodowa (podczas pędzenia w szklarni), siningia ogrodowa, sępolia fiołkowa, pierwiosnek kubkowaty, kalanchoe mieszańcowe i fuksja mieszańcowa. Uważa się, że jedynie sępolia fiołkowa (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.) lepiej rośnie, gdy w szklarni w nocy panuje temperatura kilka stopni wyższa niż podczas dnia [Went 1957, Wóycicki 1968, Starck 1980, 1993; i in.]. W doświadczeniach Müllera [wg Götza 1987] z układem temperatury dzień/noc: 20/20, 23/17 i 17/23 $^{\circ}\text{C}$  nie zaistniały istotne różnice we wzroście roślin. Natomiast liczba kwiatów w kwiatostanie była o 10–15% większa przy wyższej temperaturze nocy. W Anglii w szklarniach z sępolią przez cały rok utrzymuje się temperaturę 26–30 $^{\circ}\text{C}$ . Niemieccy ogrodnicy zimą zalecają 22–23 $^{\circ}\text{C}$ .

Spośród roślin doniczkowych o ozdobnych liściach stosunkowo mało ciepła wymagają: aspidistra wyniosła (*Aspidistra elatior* Bl.), zielistka Sternberga (*Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jacques), koleus Blumego (*Plectranthus scutellarioides* (L.) R.Br.), pilea Kadiera (*Pilea cadierei* Gagnep. et Guill.) i orliczka kreteńska (*Pteris cretica* L.) – odmiany o zielonych liściach (tab. 13). Roślinami ciepłolubnymi są gatunki z rodzaju adiantum i nefrolepsis, afelandra czworokątna (*Aphelandra squarrosa* Nees) i szparag szczeniasty (syn. pierzasty) [*Asparagus setaceus* (Kunth) Jessop] (tab. 13).

Tabela 12

Wymagania cieplne ważniejszych roślin doniczkowych o ozdobnych kwiatach uprawianych w szklarni podczas głównego okresu wzrostu i zimą, wg różnych źródeł

Gatunek	Temperatura [°C]	
	podczas głównego okresu wzrostu	zimą
<i>Erica gracilis</i>	12–15	5
<i>Primula vulgaris</i>	12–16	8–12
<i>Pericalis ×hybrida</i>	12–16	8–12
<i>Calceolaria ×hybrida</i>	15	8–10
<i>Primula malacoides</i>	15–20	8–10
<i>Cyclamen persicum</i> – odmiany	16–20	12–14
<i>Achimenes grandiflora</i> i <i>A. longiflora</i>	18–20	18–20
<i>Streptocarpus ×hybridus</i>	17–20	10–12
<i>Columnnea ×keuwensis</i>	18–24	16–18
<i>Begonia ×elator</i>	20	18
<i>Clivia miniata</i> i <i>C. nobilis</i>	20–22	16–18
<i>Kalanchoë ×hybrida</i>	20–25	16–18
<i>Primula obconica</i>	20–25	12–15
<i>Saintpaulia ionantha</i> – odmiany	20–25	20–22
<i>Sinningia ×hybrida</i>	20–25	20–22
<i>Hydrangea macrophylla</i>	20–25	20–22
<i>Fuchsia ×hybrida</i>	20–26	18–22
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	20–25	16–18

Tabela 13

Wymagania cieplne ważniejszych roślin doniczkowych o ozdobnych liściach uprawianych w szklarni podczas głównego okresu wzrostu i zimą, wg różnych źródeł

Gatunek	Temperatura [°C]	
	podczas głównego okresu wzrostu	zimą
<i>Adiantum raddianum</i> , <i>A. tenerum</i>	20–25	18–20
<i>Aechmea fasciata</i>	20–22	18–20
<i>Aphelandra squarrosa</i>	20–25	18–20
<i>Asparagus densiflorus</i> 'Sprengeri'	20–22	14–16
<i>A. setaceus</i>	20–24	16–18
<i>Aspidistra elatior</i>	12–18	8–14
<i>Asplenium nidus</i>	18–22	16–18
<i>Begonia rex</i>	18–20	15–18
<i>Billbergia nutans</i> , <i>B. sanderiana</i>	18–22	16–18
<i>Caladium bicolor</i>	20–22	16–18
<i>Calathea ornata</i>	18–20	15–16
<i>Chlorophytum comosum</i>	16–18	14–16
<i>Plectranthus scutellarioides</i>	16–20	16
<i>Nephrolepis cordifolia</i> , <i>N. exaltata</i>	20–25	18–20
<i>Peperomia</i> – różne gatunki	18–22	18
<i>Pilea cadierei</i>	15–18	12–15
<i>Pteris cretica</i>	16–22	14–16
<i>Vriesea splendens</i>	20–22	18–20

W obrębie roślin doniczkowych drzewiastych używanych do dekoracji wnętrza mniej ciepła wymagają m.in. aukuba japońska, laur szlachetny i mirt pospolity (tab. 14). Do roślin ciepłolubnych należą m.in. kordylina australijska [*Cordyline australis* (G. Forst.) Endl.] i paciorecznikolistna (*C. fruticosa*), figowiec lirolistny (*Ficus lyrata* Warb.), filodendron pnący [*Philodendron hederaceum* (Jacq.) Schott var. *oxycardium* (Schott) Croat] i filodendron podwójnie wcinany [*P. bipinnatifidum* Schott ex Endl.] (tab. 14).

Niektóre rośliny wymienione w tabeli 13, np. gatunki z rodzaju *Calathea*, zielistka Sternberga, gatunki pieprzownika (*Peperomia*) i orliczka kreteńska oraz w tabeli 14, np. facja japońska [*Fatsia japonica* (Thunb.) Decne. et Planch.], drobnolistne i zielonolistne odmiany bluszczu pospolitego, cisus australijski (*Cissus antarctica* Vent.) i cisus rombolistny (*C. rhombifolia* Vahl), araukaria różnolistna [*Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco], szeflera ostrolistna [*Schefflera actinophylla* (Endl.) Harms], figowce sprężyste i Benjamina w głównym okresie mogą mieć temperaturę o kilka stopni niższą, lecz rosną wtedy wolniej i dłużej oczekuje się na produkt handlowy. W szklarniach o niższej temperaturze zadowolająco rosną okazy starsze wymienionych gatunków.

Wśród roślin uprawianych na kwiaty cięte, zimą w nocy najmniej ciepła potrzebują alstremeria mieszańcowa (*Alstroemeria* × *hybrida* hort.) i goździk szklarniowy (*Dianthus caryophyllus semperflorens flore pleno* hybr. hort.), a stosunkowo najwięcej – wilczomleczeń piękny oraz anturium ogrodowe (*Anthurium* × *hortulanum* Birdsey) i anturium uprawne (*A.* × *cultorum* Birdsey), a także niektóre odmiany chryzantemy wielkokwiatowej [*Chrysanthemum* × *grandiflorum* (Ramat.) Kitam.] (tab. 15).

Wymagania roślin do ciepła zmieniają się z ich wiekiem i fazą rozwojową. Młode rośliny wymagają więcej ciepła, starsze mniej. Prześledzić to można m.in. na przykładzie wilczomleczenia pięknego (poinsejji) uprawianego na „kwiaty cięte” (ozdobą tej rośliny są barwne liście, czyli przykwiatki zebrane w gęstą rozetę wokół niepozornych i mocno zredukowanych żółtych kwiatów i miodników). Rośliny mateczne zimą przechowuje się w szklarni o temperaturze 10–12°C. Po rozpoczęciu wyrastania nowych pędów, zwykle w połowie marca i po przesadzeniu, temperaturę podnosi się do 22–24°C. Optymalna temperatura podczas ukorzeniania sadzonek wynosi 24–28°C. Młode rośliny wymagają 20–23, później 18–20°C w nocy – wtedy przy 9-godzinnej długości dnia zakwitają najszybciej. Przed sprzedażą temperaturę obniża się do 15–16°C, co sprzyja lepszemu wybarwieniu się przykwiatków.

Tabela 14

Wymagania cieplne ważniejszych roślin doniczkowych stosowanych do dekoracji wnętrz podczas głównego okresu wzrostu i zimą, wg różnych źródeł

Gatunek	Temperatura [°C]	
	podczas głównego okresu wzrostu	zimą
<i>Aucuba japonica</i>	12–15	8–10
<i>Laurus nobilis</i>	14–16	5–8
<i>Myrtus communis</i>	14–16	6–8
<i>Bougainvillea glabra</i>	15–18	5–10
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	15–18	10–12
<i>Fatsia japonica</i>	15–18	5–12
<i>Abubilon ×hybridum</i>	15–18	12–14
<i>Sparmannia africana</i>	15–18	12–15
<i>Camellia japonica</i>	15–20	6–10
<i>Hedera helix – odmiany</i>	16–20	16
<i>×Fatshedera lizei</i>	16–20	8–14
<i>Cissus antarctica</i>	16–20	14–16
<i>Araucaria heterophylla</i>	18	5–10
<i>Cissus rhombifolia</i>	18–20	16–18
<i>Nerium oleander</i>	18–20	6–8
<i>Schefflera actinophylla</i>	18–20	12–16
<i>Schefflera arboricola</i>	18–20	12–16
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	18–20	16–18
<i>Dracaena deremensis</i>	18–22	16–18
<i>Pandanus tectorius</i>	18–22	18–20
<i>Passiflora caerulea</i>	18–22	5–10
<i>Monstera deliciosa</i>	20	18–20
<i>Aglaonema commutatum</i>	20–22	18–20
<i>Cissus discolor</i>	20–22	18–20
<i>Dieffenbachia seguine</i>	20–22	18–20
<i>Epipremnum aureum</i>	20–22	18–20
<i>Codiaeum variegatum var. variegatum</i>	20–25	18–20
<i>Ficus elastica</i>	20–25	18–20
<i>Ficus benjamina</i>	20–25	18–20
<i>Cordyline australis</i>	22–25	18
<i>Cordyline fruticosa (syn. C. terminalis)</i>	22–25	18
<i>Ficus lyrata</i>	22–25	18–20
<i>Philodendron hederaceum</i>	22–25	16–22
<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	22–25	16–22

Wymagania ważniejszych roślin ozdobnych uprawianych na kwiaty cięte w szklarni, do temperatury nocy podczas zimy, wg różnych źródeł

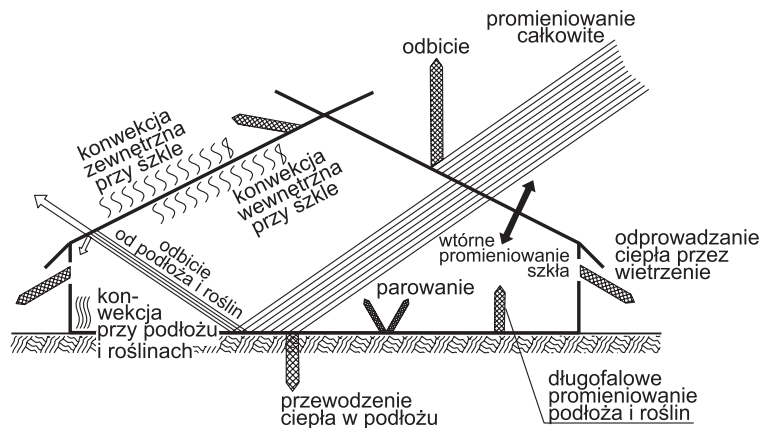
Gatunek	Temperatura nocy zimą [°C]
<i>Alstroemeria</i> ×hybrida	7–10 (12–14 od lutego)
<i>Dianthus caryophyllus semperflorens flore pleno</i> hybr. hort.	8–12
<i>Gypsophila paniculata</i>	10–12
<i>Matthiola incana</i>	10–12
<i>Cymbidium lowianum</i>	10–12
<i>Chrysanthemum</i> ×grandiflorum – różne odmiany	10–22
<i>Freesia</i> ×hybrida	12–14
<i>Zantedeschia aethiopica</i> var. <i>grandiflora</i>	12–15
<i>Paphiopedilum callosum</i>	15–18
<i>Paphiopedilum insigne</i>	do 16
<i>Cattleya</i> ×hybrida i mieszańce międzyrodzajowe	16–18
<i>Phalaenopsis</i> ×hybridus	18–19
<i>Anthurium</i> ×hortulanum i <i>A.</i> ×cultorum	15–20
<i>Strelitzia reginae</i>	15–18
<i>Gerbera jamesonii</i> – różne odmiany	8–12 podczas spoczynku
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	18–20
<i>Gloriosa superba</i>	do 18

### 6.2.2. Dodatkowe uwagi o temperaturze w uprawie pod osłonami

W uprawie pod osłonami temperatura otoczenia wpływa na zużycie energii cieplnej potrzebnej do ogrzewania szklarni, a także wyznacza początek uprawy w tunelach nieogrzewanych. Temperatura zmienia się tu w ciągu dnia w wyniku promieniowania słonecznego. Wzrasta ona wskutek absorpcji energii słonecznej przez glebę, rośliny, powietrze i konstrukcję oraz zamiany tej formy energii na ciepłą (ryc. 5). Szklarnie i tunele foliowe wykonane są z materiałów o dużej przewodności cieplnej, co stwarza trudności w utrzymywaniu odpowiedniej temperatury wewnątrz obiektów w okresie chłódów [Piróg 1993]. Temperatura powietrza pod osłonami – jak wcześniej wspomniano – w nocy powinna być o 4–8°C niższa niż podczas dnia. W dzień pochmurny korzystnie jest obniżyć ją o 2–4°C, gdyż zbyt wysoka powoduje szybki wzrost elongacyjny roślin, czyli tzw. „wybieganie” i intensywne oddychanie.

Zamiast wielokrotnego stosowania retardantu wzrost roślin można regulować, wykorzystując jednocześnie metody DIF i CM. DIF (j. ang. difference) odnosi się do różnicy między temperaturą dnia i nocy. Niskie i zwarte rośliny otrzymuje się przy uprawie w wysokiej temperaturze w nocy, a niskiej podczas dnia. Jest to tzw. DIF ujemne, stosowane tylko w fazie intensywnego wzrostu roślin. CM (j. ang. cool morning) oznacza kilkugodzinne obniżenie temperatury nad ranem. Hamuje ono silnie wzrost pędów, które są wtedy szczególnie wrażliwe na działanie niskiej temperatury. Temperaturę w nocy

utrzymuje się zwykle na poziomie 18°C, a godzinę lub dwie przed wschodem słońca wyłącza się ogrzewanie i uruchamia wentylatory, aby obniżyć ją do 4–8°C. Utrzymuje się taką jej wartość przynajmniej przez dwie godziny. Przed kwitnieniem zaprzestaje się termicznej regulacji [Nowak 1977 b].



Ryc. 5. Strumienie ciepłe szklarni [Zabeltitz 1982]

Wymienione zabiegi, oprócz korzystnego wpływu na wygląd wielu gatunków i odmian roślin uprawianych w doniczkach, przyczyniają się również do oszczędności ciepła. Oszczędność ciepła, czyli energii, która obecnie jest bardzo droga, ma w produkcji pod osłonami znaczenie priorytetowe. Pewne oszczędności ciepła uzyskuje się dzięki instalowaniu w szklarniach i tunelach kurtyn cieniująco-termoizolacyjnych i termoizolacyjnych (energooszczędnych). Dzięki pierwszemu rodzajowi kurtyn uzyskuje się podwójny efekt – oszczędzanie energii zimą i cieniowanie latem. Ekrany te są wykonane z pasków aluminiowych i polietylenowych. Zapewniają 45–80% zacielenia i 35–70% oszczędności energii. Kurtyny te są szczególnie zalecane w produkcji roślin na kwiaty cięte. Kurtyny termoizolacyjne wykonane są wyłącznie z przezroczystej folii polietylenowej. Wplecione pomiędzy paski polietylenu nici akrylowe pozwalają tym kurtynom na odprowadzanie nadmiaru wilgoci, która wnika we włókna akrylowe i jest przemieszczana do zewnętrznej warstwy kurtyny, bezpośrednio pod dach obiektu, skąd może być łatwo usuwana poprzez ruch powietrza wpadającego pod wietrzniki. Kurtyny te zapewniają 13–15% zacielenia i 42–46% oszczędności energii [Tyl 2008]. Techniczne rozwiązania dotyczące montażu, napędu i sterowania kurtynami rozpatruje inżynieria ogrodnicza.

Różnego rodzaju kurtyny (ekrany) instalowane w uprawie roślin pod osłonami powinny się odznaczać co najmniej czterema cechami:

1. Mają zapobiegać skraplaniu się pary wodnej na rośliny uprawiane.
2. Mają stabilizować promieniowanie ultrafioletowe (UV). Tworzywo używane do wyrobu kurtyn zawiera polietylen, który ulega uszkodzeniu wskutek działania promieni słonecznych, zwłaszcza promieniowania UVA i UVB. Stabilizatory dodawane do polietylenu opóźniają destrukcję polietylenu. Trwałość kurtyn wynosi około 5 lat, po tym czasie powinno się je wymienić.

3. Powinny być trudnopalne, gdyż w szklarni może łatwo dojść do zaprószenia ognia, np. od pękających lamp doświetlających. Oznaczenia trudnopalności stosowane przez głównych producentów to: Flame Protect<sup>®</sup>, Fire Break<sup>®</sup>, Revolux<sup>®</sup> i Phormi Tex<sup>®</sup>.
4. Powinny być niekurczliwe, czyli wykonane z materiału o małej kurczliwości [Tyl 2008].

Kurtyny dobiera się zawsze do ściśle określonej uprawy. Stosowanie ich ma w większości przypadków uzasadnienie ekonomiczne, bowiem zmniejsza koszty ogrzewania szklarni lub tunelu, zwiększa plonowanie i poprawia jakość uprawianych roślin. Nakłady poniesione na instalację kurtyn zwracają się już nawet po 2 lub 3 latach. Wydatki na ogrzewanie są mniejsze mniej więcej o połowę określonej przez producenta energooszczędności kurtyn; jeśli energooszczędność ekranu określona jest na 48%, to koszt energii na ogrzanie obiektu będzie niższy o około 25% w porównaniu ze szklarnią bez zainstalowanych kurtyn [Tyl 2008].

### 6.2.3. Temperatura podłoża

Prawidłowy przebieg rozwoju roślin zależy nie tylko od temperatury powietrza, lecz także od temperatury podłoża i od stosunku tego czynnika w obu tych środowiskach. Dla wielu gatunków roślin korzystniejsza jest wyższa temperatura podłoża niż powietrza. Dlatego, ze względu na energooszczędność, celowe jest stosowanie tzw. ogrzewania wegetacyjnego, bezpośrednio przy roślinach, a nie dużej kubatury szklarni. Wykonuje się to za pomocą np. specjalnych gumowych węży, w których płynie ciepła woda lub elektrycznych przewodów grzejnych. Na krótki czas można podgrzać podłoże, podlewając rośliny wodą o temperaturze 25–30°C. Wyższa temperatura podłoża niż powietrza jest niezbędna do ukorzenia sadzonek wielu gatunków roślin. Na przykład sadzonki wilczomlecza pięknego ukorzeniają się w podłożu o temperaturze 24–28°C, a trójskrzynu w 22–25°C, natomiast roślinom starszym obu tych gatunków podczas głównego okresu uprawy wystarcza temperatura 20–25°C.

Najlepsze wyniki uzyskuje się, gdy temperatura podłoża w dzień i w nocy jest mniej więcej stała, co wpływa na szybkie rozrastanie się systemu korzeniowego, a temperatura powietrza utrzymywana jest na określonym poziomie w zależności od natężenia oświetlenia, wpływając z kolei na intensywność fotosyntezy. Zimą i wiosną, co dotyczy zwłaszcza roślin ciepłolubnych, przy ogrzewaniu podłoża do temperatury optymalnej, temperatura powietrza może być utrzymywana na znacznie niższym poziomie, zwłaszcza nocą i w dni pochmurne, co pozwala uzyskać dość duże oszczędności energetyczne [Piróg 1993].

## 6.3. Woda

Woda to jeden z najważniejszych czynników ekologicznych dlatego, że pod względem ilości jest głównym składnikiem roślin (u roślin lądowych stanowi ona do przeszło 90% świeżej masy tkanek), umożliwia pobieranie soli mineralnych z gleby lub innego podłoża, bierze udział w procesie fotosyntezy i przemianach metabolicznych. Decyduje zatem w zasadniczym stopniu o wroście i rozwoju roślin. Do wyprodukowania 1 g suchej masy rośliny potrzebują około 0,5–0,6 dm<sup>3</sup> wody. Rośliny lądowe, w tym ozdob-

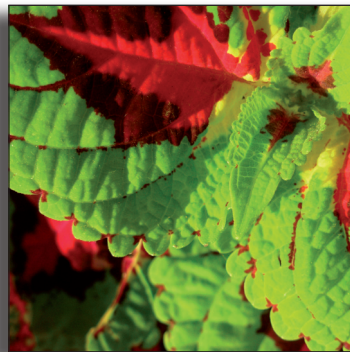


ne, wykształciły liczne przystosowania umożliwiające im pobieranie potrzebnej ilości wody oraz chroniące przed nadmierną jej utratą. Wyróżnia się cztery zasadnicze typy roślin różniące się między sobą gospodarką wodną. Są to: hydrofity, higrofity, mezofity i kserofity.

**Hydrofity** żyją w środowisku wodnym. Woda jako ciecz ma większą gęstość, lepkość i pojemność cieplną niż powietrze. Światło przenikające wodę ulega w niej wielkim zmianom ilościowym i jakościowym. W 1 dm<sup>3</sup> wody przy 20°C jest tylko 6,4 cm<sup>3</sup> tlenu i około 0,3 cm<sup>3</sup> dwutlenku węgla. Jeden dm<sup>3</sup> powietrza zawiera około 210 cm<sup>3</sup> tlenu i tyle samo CO<sub>2</sub> co 1 dm<sup>3</sup> wody. Organizmom wodnym nie brak CO<sub>2</sub>, a do małej ilości tlenu są przystosowane. Rośliny wodne mają silnie wykształcony miękisz powietrzny, słabo rozwinięte tkanki mechaniczne i skórkę na organach zanurzonych, a dość dobrze wykształconą na powierzchni liści pływających. Większość hydrofitów kwiatowych wytwarza kwiaty nad powierzchnią wody i zapylenie odbywa się za pośrednictwem wiatru lub owadów. Są także gatunki kwitnące pod wodą i zapylane za jej pośrednictwem. Owoce i nasiona hydrofitów mają często urządzenia ułatwiające unoszenie przez dłuższy czas na powierzchni wody, co umożliwia ich rozprzestrzenianie.

Ozdobne rośliny wodne cieszą się obecnie dużym zainteresowaniem posiadaczy ogrodów. Modne są zbiorniki, tzw. oczka wodne i stawki. Istnieją firmy wyspecjalizowane w produkcji takich roślin. Do cenniejszych, przydatnych do stosowania na wolnym powietrzu, należą: grzybień biały (*Nymphaea alba* L.) i północny (*N. candida* C. Presl.), grążel żółty [*Nuphar lutea* (L.) Sibth. et Sm.] i drobny [*N. pumilum* (Timm) DC.], grzybieńczyk wodny [*Limnathemum nymphoides* (L.) Link], żabiściek pływający (*Hydrocharis morsus-ranae* L.), osoka aleosowata (*Stratiotes aloides* L.), moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis* Rich.), rdestnica połyskująca (*Potamogeton lucens* L.) i kędzierzawa (*P. crispus* L.) oraz inne gatunki rdestnic. W zbiornikach usytuowanych w pomieszczeniach ogrzewanych ładnie wyglądają, np. wiktoria królewska [*Victoria amazonica* (Poepp.) Sowerby] i brazylijska (*V. cruziana* Orb.), lotos orzechodajny (*Nelumbo nucifera* Gaertn.), hiacynt wodny [*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms], sałata nilowa (*Pistia stratiotes* L.), paprocie wodne – salwinia pływająca [*Salvinia natans* (L.) All.] i marsylie (*Marsilea diffusa* i *M. senegalensis*).

**Higrofity** są to rośliny przystosowane do warunków siedliska mokrego, zasobnego w wodę. Między hydrofitami i higrofitami są formy pośrednie. Rośliny rosnące częściowo w wodzie, ale stale z niej wynurzone nazywają się **helofitami**. Higrofity mają na ogół słabo rozwinięty system korzeniowy, duże blaszki liściowe, lecz cienkie. Gatunki przystosowane do życia na terenach otwartych różnią się nieco pod tym względem. Higrofity często czynnie wydalają wodę przez gutację. Jako rośliny ozdobne bywają uprawiane m.in.: czermień błotna (*Calla palustris* L.), obrazki plamiste (*Arum maculatum* L.) i włoskie (*A. italicum* Mill.), knieć błotna (*Caltha palustris* L.), kosaciec żółty (*Iris pseudoacorus* L.), tatarak zwyczajny (*Acorus calamus* L.), jeżogłówka gałęzista (*Sparganium erectum* L.), pałka szerokolistna (*Typha latifolia* L.) i wąskolistna (*T. angustifolia* L.), łączeń baldaszkowy (*Butomus umbellatus* L.), bobrek trójlistkowy (*Menyanthes trifoliata* L.), krwawnica pospolita (*Lythrum salicaria* L.), lysychit amerykański (*Lysichiton americanus* Hutt. et St. John.).



Wśród roślin uprawianych pod osłonami do higrofitów można zaliczyć cantedeskię etiopską [*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.], która w stanie naturalnym występuje w delcie rzeki Kongo, na Przylądku Dobrej Nadziei (Capensis – najmniejsze państwo roślinne) i w Transwalu w Południowej Afryce; obszary te w porze suchej wysychają, a rośliny przechodzą w stan spoczynku. Cibora zmienna (*Cyperus alternifolius* L.) naturalnie występuje na terenach bagiennych w strefie umiarkowanej i tropikalnej. Higrofitami są także niektóre gatunki pandana, np. Veitcha (*Pandanus tectorius* Parkinson ex Du Roi).

**Mezofity** to rośliny lądowe o umiarkowanych wymaganiach wodnych. Nadmiar wody może być dla nich czynnikiem hamującym rozwój i powodować ustępowanie ze zbiorowisk roślinnych. Do mezofitów należy zdecydowana większość roślin lądowych, w tym także ozdobnych.

**Kserofity** są to rośliny siedlisk suchych fizycznie lub fizjologicznie. Ze względu na zróżnicowanie morfologiczne i anatomiczne dzieli się je na **sklerofity**, **sukulenty**, **kriofity** i **psychrofity**. **Sklerofity** i **sukulenty** występują na siedliskach suchych fizycznie, różnią się jednak przystosowaniem i budową.

**Sklerofity** mają rozbudowany system korzeniowy, często sięgający głęboko. Liście mają wąskie, grube i o małej powierzchni. Rozwinięta jest u nich silnie tkanka mechaniczna, przewodząca i okrywająca. Potencjał osmotyczny soku komórkowego dochodzi u roślin pustynnych do około 100 000 hPa. Są to przystosowania ułatwiające bytowanie w warunkach suszy przy okresowo zdarzających się opadach deszczu. Rośliny te są sztywne dzięki silnie rozwiniętej tkance mechanicznej. Duży potencjał osmotyczny soku komórkowego umożliwia pobieranie wody z gleby, nawet przy jej niewielkiej ilości i wysokim stężeniu roztworu.

**Sukulenty** w odróżnieniu od sklerofitów są roślinami soczystymi. Fotosynteza może u nich zachodzić w liściach lub grubych łodygach. Są pokryte grubą skutynizowaną skórką z zagłębionymi aparatami szparkowymi. Słabo mają rozwiniętą tkankę mechaniczną i przewodzącą. Największą objętość zajmuje miękisz wodny (tkanka wodonośna), mający zdolność gromadzenia dużych ilości wody. Niektóre kaktusy gromadzą jej 1000 do 3000 dm<sup>3</sup>. Transpiracja nie jest u nich nasiloną. Oznaczają się także niską intensywnością fotosyntezy, gdyż aparaty szparkowe otwierają się tylko w nocy. Do przestworów międzykomórkowych wnika wówczas pewna ilość CO<sub>2</sub>. Oddychanie przy zamkniętych szparkach sprawia, że CO<sub>2</sub> nie wydostaje się na zewnątrz, lecz jest w dzień zużywany ponownie w procesie fotosyntezy. Są to jednak małe ilości CO<sub>2</sub> włączane w ten proces i dlatego jego wydajność jest niska, co sprawia, że sukulenty rosną powoli. Korzenie sukulentów, chociaż zajmują dość znaczną powierzchnię, to rozmieszczone są płytko w glebie. Są cienkie i rozczłonkowane, szybko wysychają i odrastają po deszczu. Ciśnienie osmotyczne soku komórkowego mają bardzo niskie, od około 2000 do 3000 hPa, dlatego korzenie ich mogą pobierać tylko wodę słodką bezpośrednio po opadzie. Ze względu na organ gromadzący wodę dzielą się one na łodygowe (pędowe), liściowe i korzeniowe.

**Sukulenty łodygowe** mają silnie zgrubiałe, soczyste pędy, które mogą być kolumnowe, kuliste, spłaszczone, żebrowane, pokryte brodawkami itp. Liście przekształcone są w ciernie wyrastające pojedynczo lub po kilka z areol, tzn. pąków znajdujących się na grzbietach żeber lub wierzchołkach brodawek. U niektórych gatunków zamiast cierni występują tylko włoski, zwane glochidami. Do sukulentów łodygowych należą przede wszystkim rośliny z rodziny kaktusowatych (*Cactaceae*), a także niektóre gatunki

z rodzin wilczomleczowatych (*Euphorbiaceae*), trójściowatych (*Asclepiadaceae*), astrowatych (*Asteraceae*) i innych.

**Sukulenty liściowe** mają grube i soczyste liście (często także o dużej powierzchni). Należą tutaj zwłaszcza rośliny z rodziny gruboszowatych (*Crassulaceae*), a także niektóre z rodzin liliowatych (*Liliaceae*), amarylkowatych (*Amarylidaceae*), pryszczynicowatych (*Aizoaceae*) i innych. Do grupy tej należą także gatunki z rodzaju *Pereskia*, np. *pereskia* ciernista (*P. aculeata* Mill.).

Najmniej liczną grupę stanowią **sukulenty korzeniowe**, gromadzące zapas wody w soczystych, bulwiasto zgrubiałych korzeniach. Zaliczają się do nich m.in. gatunki z rodzaju *Ceropegia*, np. *ceropegia* Wooda [*C. linearis* E. Mey. subsp. *woodii* (Schltr.) H. Huber] z rodziny trójściowatych.

We florze rodzimej sukulenty liściowe występują w zasadzie tylko w obrębie rodzajów rozchodnik (*Sedum* – 9 gatunków oraz kilka dziczających) i rojnik (*Sempervivum* – 2 gatunki i 2 dziczające).

**Kriofity** to rośliny przystosowane do siedlisk zimnych i mokrych, np. zawsze zielone krzewinki tundrowe – *kassiopeia* czterorzędowa [*Cassiope tetragona* (L.) D. Don], *fyllodece* błękitne [*Phyllococe coerulea* (L.) Bab.], *bażyna* czarna (*Empetrum nigrum* L.), *modrzewnica* zwyczajna (*Andromeda polifolia* L.), *naskałka* pełzająca [*Loiseleuria procumbens* (L.) Desv.], *bagno* zwyczajne (*Ledum palustre* L.) i wiele innych gatunków krzewinek i krzewów z rodziny wrzosowatych.

**Psychrofity** to rośliny przystosowane do siedlisk zimnych i suchych. Wśród nich wymienia się np. *trawę śmiałek* pogiętą [*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.], *ukwap* dwupienny (*Antennaria dioica* (L.) Gaertn.), *sosnę* zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.) i *jałowiec* pospolity (*Juniperus communis* L.).

### 6.3.1. Jakość wody

Jednym z warunków uzyskania roślin ozdobnych o wysokiej dekoracyjności jest zapewnienie im wody nie tylko w dostatecznej ilości, lecz także o odpowiedniej jakości, zwłaszcza w razie stosowania nowoczesnych technik nawadniania i nawożenia. Uzyskanie niezbędnej ilości wody, mimo kosztów, jest na ogół mniej skomplikowane niż doprowadzenie jej do odpowiedniej jakości (jeśli takiej nie ma). W produkcji roślin ozdobnych używa się wody wodociągowej z sieci ogólnodostępnych oraz ze studni głębinowych i ze zbiorników opadowych. W wyspecjalizowanych zakładach kwaciarskich woda studzienna jest mieszana z opadową i taka służy do nawadniania roślin.

Uprawa niektórych roślin ozdobnych, np. *azalii* doniczkowej, *wrzośca* delikatnego, większości *storczyków*, gatunków z rodziny *ananasowatych* i licznych *paproci* możliwa jest tylko po zapewnieniu im wody miękkiej. Uzdatanianie bowiem gorszej jakościowo wody nawet w krajach o najwyżej rozwiniętej technice ogrodniczej prowadzone jest w niewielkim zakresie. Niezwykle trudno jest ją utrzymać na odpowiednim poziomie, ponieważ środowisko przyrodnicze, którego jest ona integralnym składnikiem, uległo ogromnemu zanieczyszczeniu. Im mniejsze są zasoby wody, tym bardziej powinno się dbać o jej jakość.

O jakości wody decydują następujące jej własności: wygląd, czyli barwa, osad glebowy (ziemisty), zapach, smak, twardość ogólna, twardość węglanowa, zawartość soli, pH, temperatura, obecność patogenicznych grzybów i bakterii.

**Wygląd, czyli barwa.** Woda do podlewania, spryskiwania i zamgławiania roślin powinna być przezroczysta i bezbarwna. Zmianę barwy mogą powodować związki humusowe, żelazo, glin, mangan, zawiesiny.

**Osad glebowy (ziemisty).** Woda nie powinna zawierać osadu ziemistego.

**Zapach.** Woda nie powinna mieć zapachu. Woda o zapachu stęchlizny lub innym nie nadaje się do użytku. Każdorazowo należy sprawdzić, co spowodowało wystąpienie zapachu. Stosunkowo najczęściej zapach wody wywołany jest chlorowaniem lub obecnością fenolu, ale także siarkowodoru i metanu.

**Smak.** Czysta i dobrej jakości woda nie ma w zasadzie smaku. Tzw. smak świeży nadaje wodzie dwuwęglan wapnia; stęchlizny – wolny dwutlenek węgla; gorzki – siarczany; metaliczny – glin.

**Twardość ogólna.** Powodują ją rozpuszczone w wodzie węglany, zwłaszcza wapnia i magnezu, siarczany, azotany, chlorki i inne związki chemiczne.

**Twardość węglanowa.** Wywołują ją węglany wapnia i magnezu. Ten typ twardości jest szczególnie niekorzystny, gdyż w miarę upływu czasu podwyższa odczyn podłoża. Woda o twardości węglanowej powyżej 10°n unieruchamia w glebie lub podłożu żelazo, mangan, cynk, miedź i kobalt. Stosowana do zraszania roślin powoduje powstawanie białych plam na liściach.

### *Oznaczanie twardości wody*

Do określania zawartości soli wapnia i magnezu (twardość wody) służy jednostka zwana stopniem twardości. Obowiązującą w Polsce jednostką twardości wody jest **mili-gramorównoważnik** (milival) jonów wapniowych lub magnezowych zawartych w 1 dm<sup>3</sup> [milival/dm<sup>3</sup>]. Często w literaturze technicznej i ogrodniczej podaje się twardość wody w stopniach niemieckich (deutsche Hartegrade = °dH), rzadko francuskich. W Polsce jednostkę tę oznaczono symbolem °n, przy czym: 1°n = 10 mg CaO/dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O lub 17,8 mg CaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O, bądź 7,19 mg MgO/dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O. 1° twardości francuski = 10 mg CaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O. 1° twardości milivalowej, czyli 1 milival = 20 mg jonów Ca<sup>2+</sup>/dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O lub 12 mg jonów Mg<sup>2+</sup>/dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O. Milivale można przeliczyć na stopnie niemieckie: 1 milival = 2,8°n. Wartości przeliczeniowe stopni niemieckich na inne jednostki zestawiono w tabeli 17. Istotę zagadnienia obrazuje przykład praktycznego obliczenia twardości wody wg Burchardsa [1971].

**Zadanie.** Analizowana woda zawierała 87 mg Ca<sup>++</sup>/dm<sup>3</sup> i 38 mg Mg<sup>++</sup>/dm<sup>3</sup>. Należało obliczyć stopień twardości wody wywołanej wapniem. Posłużono się następującymi wzorami:

$$\{1\} \text{ mg CaO} = \frac{\text{masa cząsteczkowa CaO} \times \text{ilość mg CaO}}{\text{masa atomowa Ca}},$$

$$\{2\} \text{ mg CaO} = \frac{\text{masa cząsteczkowa CaO} \times \text{ilość mg MgO}}{\text{masa atomowa Mg}},$$

$$\text{i dalej: } 87 \text{ mg Ca}^{++} \text{ odpowiada } \frac{56,08 \times 87}{40,08} \text{ mg CaO} = 122 \text{ mg CaO},$$

a 38 mg Mg<sup>++</sup> odpowiada  $\frac{56,08 \times 38}{24,31}$  mg CaO = 88 mg CaO,

czyli  $\frac{122 \text{ mg CaO} = 12,2^\circ\text{n}}{+ 88 \text{ mg CaO} = 8,8^\circ\text{n}}$   
razem 210 mg CaO = 21,0°n.

Analizowana woda miała 21°n, czyli była twarda.

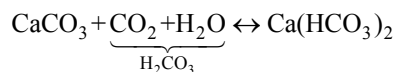
Według stopnia twardości wodę podzielono na sześć rodzajów (tab. 16).

Tabela 16

Podział wody wg twardości ogólnej [Steffen 1988b]

Rodzaj twardości	n
bardzo miękka	0–4
miękka	4,1–8
średnio twarda	8,1–12
dość twarda	12,1–18
twarda	18,1–30
bardzo twarda	>30

Ważnym czynnikiem oddziałującym na wzrost roślin wrzosowatych jest zawartość w wodzie wolnego i związanego kwasu węglowego H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, którego znaczne ilości znajdują się w czystej deszczówce. Gdy rośliny podlewa się taką wodą, wówczas w podłożu przerośniętym korzeniami gromadzi się dużo H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Trudno rozpuszczalny węglan wapnia przechodzi w takich warunkach w rozpuszczalny kwaśny dwuwęglan – Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>:



Ta właściwość wody deszczowej czyni ją bardzo przydatną dla roślin wrzosowatych. W środowisku silnie kwaśnym nieprzyswajalne przez rośliny stają się: azot, fosfor, potas, wapń, magnez, siarka, molibden i częściowo bor, dlatego składniki te należy im dostarczać w pewnym nadmiarze. Przyswajalne zaś są żelazo, mangan, cynk, miedź i kobalt, a od pH 5,0 bor i częściowo siarka (ryc. 6).

Tabela 17

Przeliczenia stopni niemieckich na inne jednostki twardości wody

Rodzaj twardości	Twardość ogólna			
	°dH (°n)	nval/dm <sup>3</sup>	mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup>	mg CaO/dm <sup>3</sup>
bardzo miękka	0–4	0–1,43	0–71	0–40
miękka	4,1–8	1,46–2,86	73,0–142	41–80
średnio twarda	8,1–12	2,89–4,28	144–214	81–120
dość twarda	12,1–18	4,32–6,43	215–320	121–180
twarda	18,1–30	6,46–10,71	322–634	181–300
bardzo twarda	>30	>10,71	>534	>300

### *Możliwości zmiękczenia wody, czyli zmniejszania twardości*

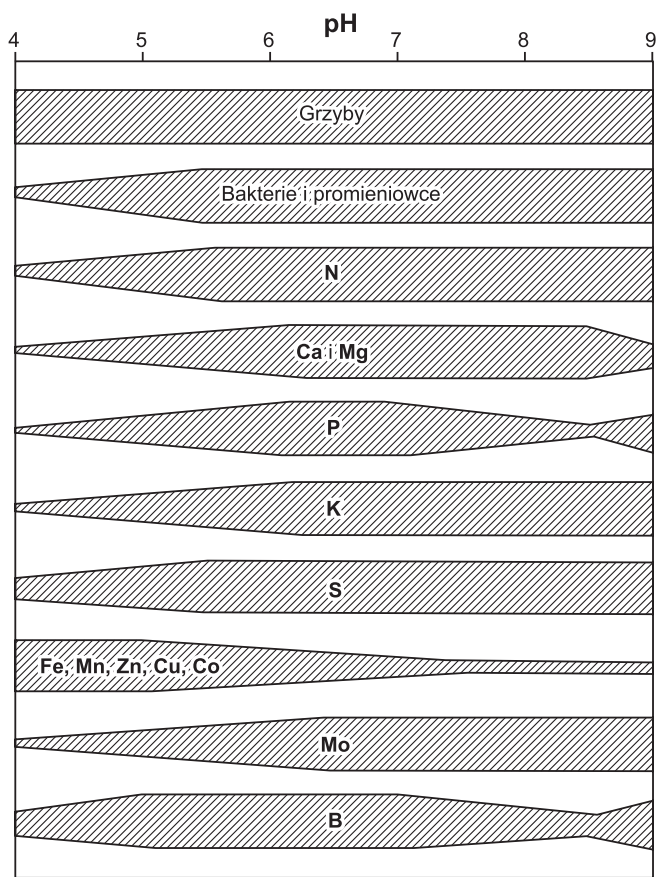
Węglanowa twardość wody może być przemijająca lub stała (trwała). Twardość przemijająca ustępuje podczas gotowania, wskutek wytrącania się wodorowęglanów Ca i Mg w formie tzw. kamienia kotłowego. Twardość stałą natomiast usuwa się za pomocą czynników chemicznych.

**Chemiczne zmiękczenie wody.** Najczęściej do zmiękczenia wody stosowane są kwasy: azotowy ( $\text{HNO}_3$ ) i ortofosforowy ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Przez miareczkowanie dodaje się do wody taką ich ilość, aż uzyska się pH odpowiednie dla danego gatunku uprawianej rośliny. Próbę przeprowadza się z małą ilością wody, np.  $1 \text{ dm}^3$ , obliczając na tej podstawie zapotrzebowanie kwasu na dowolną jej objętość. Dobrym środkiem zmiękczającym jest **kwaz szczawiowy** ( $\text{COOH}$ )<sub>2</sub> silnie trujący dla ludzi i zwierząt ciepłokrwistych. Jako słaby kwas organiczny nie obniża zbyt silnie pH podłoża, a gdy wystąpi w nadmiarze, może być włączony w cykl metaboliczny roślin, przechodząc następnie w szczawian wapnia, który po uwodnieniu różną ilością cząsteczek wody wytrąca się w formie druzów lub rafidów. Również w podłożu kwas ten tworzy słabo rozpuszczalny szczawian wapnia ( $\text{COOH}$ )<sub>2</sub>Ca. Aby zmniejszyć twardość o  $1^\circ\text{n}$ , należy użyć 22,5 g technicznego kwasu szczawiowego na  $1 \text{ m}^3$  wody. Można stosować także szczawian amonu w takiej samej ilości. Obydwa te związki oprócz zmniejszenia twardości węglanowej obniżają również ogólną koncentrację soli w wodzie, z wyjątkiem spowodowanej dużą zawartością sodu lub chloru. Przy zmiękczeniu wody za pomocą wymienionych substancji szczawian wapnia wytrąca się w formie mazistego osadu. Dlatego celowe jest używanie w tym wypadku zbiorników dwukomorowych, tak aby w pierwszym mógł osadzać się szlam, dzięki czemu czysta woda z drugiego nie zatka urządzeń służących do podlewania. Jest to metoda stosunkowo droga [Lisiecka 1988].

Gorszym środkiem używanym do zmiękczenia wody jest **kwaz siarkowy**  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . W celu zmniejszenia twardości o  $1^\circ\text{n}$  należy zastosować 25 g technicznego kwasu siarkowego 75% na  $1000 \text{ dm}^3$  wody lub (co jest niebezpieczniejsze)  $10 \text{ cm}^3$  stężonego 96% kwasu siarkowego na  $1 \text{ m}^3$  wody. Należy bezwzględnie pamiętać o bardzo ostrożnym postępowaniu z kwasem siarkowym oraz o tym, aby **kwaz wlewać do wody!** – nigdy odwrotnie. Zbiornik musi być zbudowany z materiału odpornego na działanie kwasu. Co najmniej przez pół godziny kwas należy mieszać z wodą, po czym można użyć jej do podlewania. Lepiej jednak, gdy mieszanie trwa dłużej, np. dobę. Metoda ta, stosunkowo prosta i tania, jest skuteczna tylko wówczas, gdy twardość węglanowa wynosi mniej niż  $15^\circ\text{n}$ .

Do zmiękczenia wody stosowany jest również **kwaz cytrynowy**. Przed użyciem wodę zmiękczoną za pomocą wymienionych środków należy sprawdzić na próbnej partii roślin. Jest to zresztą ogólnie obowiązująca zasada postępowania przy stosowaniu jakichkolwiek środków chemicznych.

Wody nie można jednak zakwaszać w nieskończoność. Podlewanie roślin nadmierną ilością wody o bardzo niskim pH powoduje między innymi zakłócenia we wzroście i kwitnieniu oraz zmiany barwy wierzchołka liści. Rośliny podlewane wodą chemicznie zmiękczoną należy częściej zasilać nawozami o niskiej koncentracji.



Ryc. 6. Zależność pomiędzy pH gleb mineralnych, aktywnością mikroorganizmów i przyswajalnością składników pokarmowych [Buckman, Brady 1971]

**Zmiękczenie wody za pomocą jonitów.** W niektórych nowoczesnych zakładach szklarniowych zmięcza się wodę w kolumnach wypełnionych jonitami. Jonity albo wymiennicze jonowe są to organiczne lub nieorganiczne substancje (ciała stałe) występujące w formie przestrzennego, nierozpuszczalnego w wodzie szkieletu, na którym znajdują się grupy funkcyjne dysocjujące w wodzie i zdolne do wymiany jonów. Zależnie od grup jonizujących dzielą się na kationity i anionity. Kationity zawierają najczęściej grupy kwasowe:  $-\text{OH}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{SO}_2\text{OH}$ , których wodór może być wymieniony na kationy. Anionity zawierają przeważnie grupy zasadowe:  $-\text{NHOH}$ ,  $\text{N}^+\text{R}_3\text{OH}^-$ , których grupa wodorotlenowa może być wymieniana na aniony. W zależności od budowy i warunków reakcji mogą one wiązać poszczególne jony mniej lub bardziej selektywnie, wykazując różne powinowactwo do poszczególnych rodzajów jonów. Zwykle produkowane są w formie granulowanej o określonej średnicy ziarna.

Jonity oprócz własności jonowymiennych mają również własności sorpcyjne. Dlatego też w kolumnie jonitowej oprócz wymiany jonów zachodzi sorpcja, mówi się wówczas o jonitosorbencie.

**Odstojniki wody.** W zachodniej Europie praktykuje się obecnie budowanie pod szklarnią zagłębionych w ziemi betonowych zbiorników do odstajania wody. Najpierw są budowane zbiorniki, a potem szklarnia. Jakość wody przed waniem do zbiornika i po odstaniu przedstawiono w tabeli 18. W materiale źródłowym [Steffen 1988b] nie podano, po jakim czasie wykonano drugi pomiar. Według Steffena [1988b] koszt budowy zbiornika o objętości 2500 m<sup>3</sup> pod szklarnią o powierzchni 2500 m<sup>2</sup> i rocznym zapotrzebowaniu 400 dm<sup>3</sup> wody na 1 m<sup>2</sup> wyniósł w 1988 r. w Republice Federalnej Niemiec 27 250 DEM. Zbiorniki te napełniane są zwykle wodą studzienną zmieszaną z deszczową w stosunku objętościowym 2:1. W warunkach krajowych do odstajania wody należy wykorzystywać wszystkie zbiorniki w gospodarstwie.

Tabela 18  
Charakterystyka wody studziennej przed waniem do betonowego zbiornika i po odstaniu [Steffen 1988b]

Cecha		Wartość pomiarowa		Wartość odpowiednia dla roślin			
		przed waniem do basenu	po odstaniu w basenie	bardzo wrażliwych	wrażliwych	średnio wrażliwych	mało wrażliwych
Twardość ogólna	n	55,0	7,5	<8	<18	25	<30 (40)
Twardość węglanowa	n	20,2	2,8	<5	<10	10 (15)**	<15 (20)**
Potas	K <sub>2</sub> O mg/l	96,0	26,0	<5	<10	20*	<40*
Sód	Na <sub>2</sub> O mg/l	55,0	7,1	<50	<80	100	<150 (200)
Wapń	CaO mg/l	49,0	68,0	30–60	30–150	50–200	50–250 (300)
Magnez	Mg mg/l	63,0	7,0	5–15	5–20	5–30*	5–35* (40)
Fosfor	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/l	nie analiz.	nie analiz.	<0,1	<0,1	0,1	<0,5
Siarczany	SO <sub>4</sub> mg/l	205,0	25,0	<50	<100	200	<250 (300)
Azotany	NO <sub>3</sub> mg/l	98,0	8,8	<10	<30*	30*	<50*
Chlorki	Cl mg/l	106,3	15,2	<30	<60	100	<200 (300)
Żelazo	Fe mg/l	0,1	0,1	<0,5	<1,0	2,0	<3,0 (10)
Zawartość soli	KCl mg/l	1360,0	140,0	<200	<400	600	<800 (1000)
pH		7,2	6,8	5,5–7,0	5,5–7,0	5,5–7,5	5,5–7,5 (8,0)

Objaśnienia:

\* zawartość przy nawożeniu mineralnym

\*\* twardość węglanowa powyżej 10 n powoduje powstanie plam na liściach

**Odwrócona osmoza.** Odwrócona osmoza polega na oddzieleniu cząsteczek wody od innych rozpuszczonych w niej związków za pomocą membrany półprzepuszczalnej; jest to proces odwrotny do naturalnego procesu osmozy, zachodzącego we wszystkich żywych komórkach. Zanieczyszczona woda wtłaczana jest pod ciśnieniem na powierzchnię membrany półprzepuszczalnej, gdzie cząsteczki wody przechodzą przez mikroskopijne pory membrany, a rozpuszczone w wodzie zanieczyszczenia zostają odrzucone do odpływu. Usuwane jest około 96–99% rozpuszczonych w wodzie zanieczyszczeń. Gdy odwróconą osmozę połączy się w syste-



mie z filtrami wstępnymi oraz węglem aktywowanym, to otrzyma się wodę krystalicznie czystą.

**Amatorskie sposoby zmiękczenia wody.** Polegają one na odstajaniu jej w beczkach lub innych naczyniach, jednokrotnym lub dwukrotnym gotowaniu i destylacji. Może to być skuteczne dla wody o twardości wyjściowej 10–12 °n. Wodę o twardości 12–15 °n można przepuszczać przez kwaśny torf. Około kilograma suchego torfu wysypuje się luźno do woreczka z przepuszczalnego materiału, dobrze związany woreczek zawiesza się w 5–6-litrowej polewaczce z wodą i pozostawia przez noc. Po dwukrotnym użyciu torf wymienia się na świeży [Schubert, Herwig 1990].

**Zawartość soli.** O zawartości soli w największym stopniu decydują azotany, potas, chlor i sól. Wysoka koncentracja soli w wodzie do podlewania powoduje z czasem znacznie większe stężenie soli w roztworze glebowym (podłożu), niż wynikałoby to z nawożenia. To z kolei osłabia wzrost roślin, a w skrajnym wypadku jest przyczyną zasychania liści lub lekkiego więdnienia roślin. Przy ustalaniu nawożenia pogłównego należy uwzględnić obecność azotanów i potasu. Gdy w 1 dm<sup>3</sup> wody zawartość wynosi odpowiednio 5 mg (NO<sub>3</sub>) i 20 mg (K), stosuje się nawozy wysoko skoncentrowane [Lisiecka 1988].

**Odczyn wody.** Jest ściśle powiązany z obecnością składników wywołujących twardość węglanową. Im woda jest kwaśniejsza, tym zawiera więcej wolnego dwutlenku węgla. Wiadomo, że 10% stężenie CO<sub>2</sub> w podłożu oddziałuje toksycznie na rośliny. Nadmiar CO<sub>2</sub> jest szkodliwszy dla roślin niż niedobór tlenu. Ubocznym skutkiem wzrostu stężenia CO<sub>2</sub> jest zmniejszenie przyswajalności większości składników pokarmowych.

**Temperatura wody.** Obecnie nie przywiązuje się tak dużej wagi do temperatury wody używanej do podlewania. Jednak doprowadzenie jej ciepłoty do temperatury szklarni (lub pomieszczenia) na pewno nie zaszkodzi podlewanych roślinom. Natomiast przy uprawie roślin wrażliwych, delikatnych, młodych siewek i pikówek uzasadnione jest nawet podgrzewanie wody do podlewania i zraszania [Chmiel 1980].

**Obecność patogenicznych grzybów i bakterii.** Wykazano doświadczalnie, że woda do podlewania, zwłaszcza w systemie przepływowym i zamkniętym, może przenosić zarodniki grzybów i bakterii wywołujących choroby roślin. Stwierdzono to zwłaszcza w wypadku grzybów z rodzajów *Fusarium*, *Phytophthora* i *Pythium* oraz bakterii z rodzaju *Erwinia* [Steffen 1988a]. Dlatego przed użyciem należy ją koniecznie odkazić za pomocą promieni UV lub filtrów piaskowych.

Wymagania niektórych roślin ozdobnych do jakości wody ilustruje tabela 19.

Tabela 19

Wymagania niektórych roślin ozdobnych do jakości wody [Steffen 1988b]

Wrażliwość na jakość wody	Roślina lub grupa roślin
bardzo wrażliwe	niektóre paprocie, ananasowate, większość storczyków
wrażliwe	azalie, kamelie, gardenia, wrzośce, <i>Cymbidium</i> , niektóre paprocie, hortensja ogrodowa, pierwiosnki, ukorzeniane sadzonki pędowe
średnio wrażliwe	cyklameny, begonie, gerbera, róże, drzewa i krzewy ozdobne uprawiane w pojemnikach
mało wrażliwe	<i>Asparagus densiflorus</i> , chryzantemy, goździki

### 6.3.2. Zapotrzebowanie na wodę

Dobowe zużycie wody przez rośliny ozdobne zależy od: gatunku i odmiany, fazy rozwojowej oraz zdrowotności, pory roku i związanego z tym promieniowania słonecznego, temperatury podłoża i powietrza, stężenia soli w podłożu lub w pożywce, wilgotności podłoża i powietrza.

Rośliny młode zużywają mniej wody niż starsze w okresie intensywnego wzrostu i wykształcania kwiatów. Ilość pobranej wody w ciągu dnia jest w przybliżeniu proporcjonalna do intensywności promieniowania słonecznego. Wyższa temperatura podłoża i powietrza także wpływa na zwiększenie pobierania wody. Nadmiar składników pokarmowych w podłożu powoduje wzrost stężenia soli, które również hamuje pobieranie wody. Szczególnie niebezpieczny jest gwałtowny wzrost zasolenia, gdyż prowadzi do oddawania wody przez roślinę i na ogół do nieodwracalnego wędnięcia. Niedostatek potasu także utrudnia pobieranie wody.

Wilgotność powietrza wywiera wpływ na transpirację. Znaczny spadek wilgotności powietrza może spowodować niemożność rośliny do zabezpieczenia się przed deficytem wody mimo dostatecznej jej ilości w podłożu. Dla roślin pochodzących z obszarów tropikalnych, np. dla anturium, wysoka wilgotność powietrza powinna być skorelowana z temperaturą powietrza, podłoża i z jej wilgotnością. Niezbędne dla tej rośliny okazuje się także cieniowanie.

Potrzeby wodne roślin uprawianych pod osłonami zaspokajają się tylko za pomocą urządzeń technicznych. Stosowane są różne sposoby nawadniania. **Deszczownia rozpryskowa** działa pod ciśnieniem 2–4 atmosfer i równomiernie rozsyła wodę. Zużywa jednak dużo wody i nadmiernie zwiększa wilgotność powietrza, co sprzyja porażeniu roślin przez szarą pleśń (*Botrytis cinerea* Pers.), zwłaszcza gdy temperatura jest stosunkowo niska. Nawadnianie takie może być prowadzone tylko przed południem oraz na rośliny, które nie są pokryte kutnerem włosków. Do roślin o ozdobnych liściach należy używać tylko wody miękkiej, aby uniknąć wytrącania się związków wapnia na ich powierzchni, co obniża, a nawet niweczy walory dekoracyjne.

Przy niskim ciśnieniu działa **nawadnianie kropłowe, strumieniowe i podsiąkowe**. **Nawadnianie kropłowe** dostarcza indywidualnie każdej roślinie wody za pomocą kapilar o średnicy wewnętrznej od 0,3–0,5 do 1 mm. Woda do tego typu nawadniania powinna być także miękka, a ponadto należy ją dodatkowo oczyścić z zanieczyszczeń mechanicznych i soli żelaza. Nawadnianie kropłowe stosowane jest w produkcji roślin doniczkowych oraz w systemach bezglebowych, np. w wełnie mineralnej. Jest także idealne do upraw pod folią, gdyż nie zwiększa nadmiernie wilgotności powietrza w tunelu.

W uprawie roślin na kwiat cięty, np. alstremerii, chryzantem i lili, można stosować **nawadnianie strumieniowe** za pomocą węża polietylenowego, perforowanego, o średnicy 3–5 cm. Otwory o średnicy 0,5–0,8 mm rozmieszczone są na całej długości węża co 15–30 cm, w zależności od rozstawy i gatunku rośliny.

**Nawadnianie podsiąkowe** może być podpowierzchniowe i wgłębne. Polega ono na dostarczeniu wody za pomocą rurek drenarskich lub plastikowych węży perforowanych, rozmieszczonych w podłożu na głębokości 5–10 cm w przypadku nawadniania podpowierzchniowego i 30–40 cm przy nawadnianiu wgłębny. Ten sposób nawadniania można stosować w uprawie roślin na podwyższonych zagonach obramowanych deskami lub płytami betonowymi.

Odpowiednimi dawkami wody można podnieść jakość roślin i liczbę kwiatów. Na przykład w uprawie alstremierii odmiany 'Orange Beauty' w naczyniach o pojemności 12 dm<sup>3</sup> najwyższy plon kwiatostanów najlepszej jakości uzyskano, gdy tygodniowa dawka wody na roślinę wynosiła 2,0 dm<sup>3</sup>, a dla odmiany Regina – 1,5 dm<sup>3</sup> [Lisiecka, Szczepaniak 1984].

Zużywanie zbyt dużej ilości wody prowadzi jednak do wypłukiwania składników mineralnych z gleby lub podłoża, co może wpływać na zwiększenie stężenia soli w wodach gruntowych.

**Do oznaczania potrzeb wodnych roślin stosowane są rozmaite metody.** Jedną z nich polega na **pomiarze potencjału wodnego gleby lub podłoża**, tj. siły z jaką zatrzymywana jest woda w glebie. Pomiaru tego dokonuje się za pomocą **tensjometru**. Na podstawie wskazań przyrządu dostarcza się roślinom odpowiednią ilość wody. Poprawne wskazanie tensjometru zależy od ścisłego przylegania cząstek podłoża do sączka przyrządu. Ze względu na duży procentowy udział gruboziarnistych cząstek organicznych w podłożu, np. kory, może ono słabo przylegać do sączka i wskazania tensjometru są zawodne. Decyzja o rozpoczęciu nawadniania i wielkości dawki wody może być wtedy błędna.

Przy coraz powszechniejszym nawadnianiu kropłowym i uprawie roślin w małej ilości podłoża, w tym także sztucznego, istotne staje się nawadnianie dostosowane do zmieniających się w ciągu doby potrzeb roślin. Stwierdzono, że rośliny wykorzystują tylko 2–4% energii słonecznej na fotosyntezę, a pozostała część zużywana jest na transpirację [Butler, za Hartmann i Zengerle 1982]. Zależność tę wykorzystano do obliczenia potrzeb wodnych roślin na podstawie pomiaru energii słonecznej:

$$ET = a \times RS,$$

gdzie:

ET – podstawowe zużycie wody, czyli **ewapotranspiracja**,

a – współczynnik zależny od rośliny,

RS – suma energii słonecznej przeliczona na transpirację rośliny w mm na 1 dzień (z ang. RS = Solar Radiation).

Dzięki tej metodzie obliczania rośliny zaopatruje się w wodę zgodnie ze zmiennymi warunkami świetlnymi, które mają zasadniczy wpływ na procesy życiowe. Przy tak ściśle kontrolowanej metodzie nawadniania duże znaczenie ma jakość wody, aby zbyt wysokim stężeniem soli nie doprowadzić do zakłóceń wzrostu i rozwoju roślin, czyli pogorszenia ich jakości i plonu. Niemiecka firma Reich skonstruowała aparaturę zwaną SOL-TIMER, która steruje nawadnianiem na podstawie ilości promieniującej energii słonecznej (cal/cm<sup>2</sup>) padającej na roślinę. Urządzenie to steruje samym nawadnianiem lub nawadnianiem połączonym z nawożeniem, gdy podłączony jest dozownik roztworu nawozu (ryc. 7).

### **6.3.3. Oszczędna gospodarka wodą**

Woda, zwłaszcza dobrej jakości, dla wielu zakładów ogrodniczych staje się czynnikiem w minimum, czyli ograniczającym produkcję, dlatego dąży się do zmniejszenia jej zużycia, jednak bez uszczerbku dla jakości wyprodukowanych roślin. Oprócz wspo-

mnianych już oszczędnych systemów nawadniania zmniejszenie zużycia wody umożliwia uprawa roślin ozdobnych na stołach zalewowych i stosowanie mat podsiąkowych oraz supersorbentów.

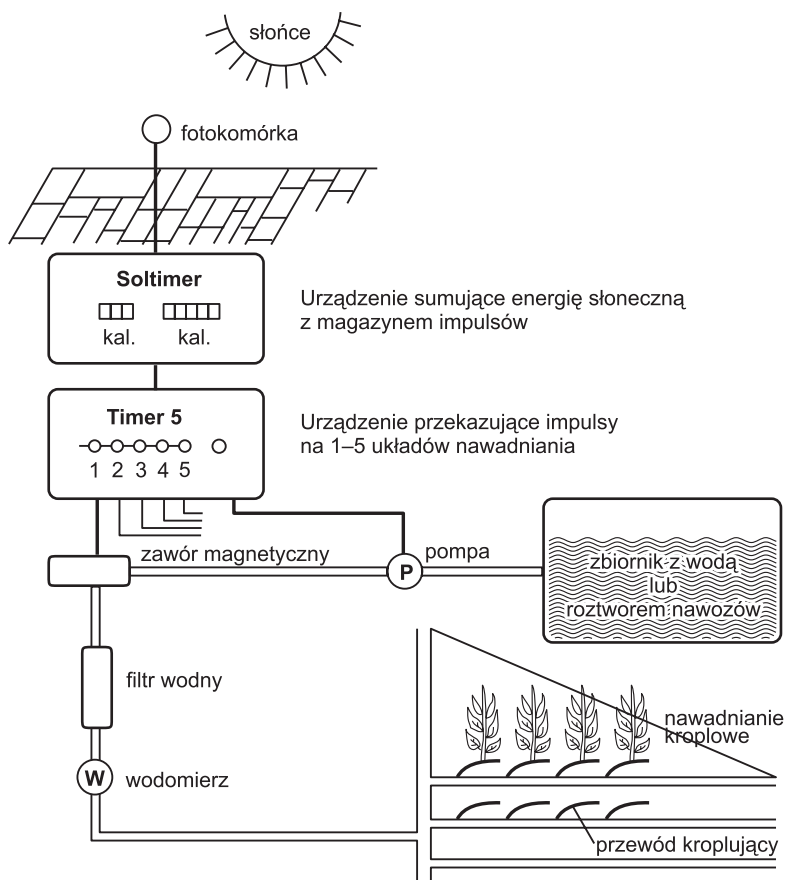
### 6.3.3.1. Uprawa na stołach zalewowych

Polega na ustawieniu doniczek z roślinami na wodoszczelnych stołach i okresowym, w miarę potrzeby zalewaniu pożywką, której część niepobrana przez rośliny wraca z powrotem do zbiornika. W podłożach strukturalnych i o wysokiej pojemności wodnej pożywką, podsiąkając, zwilża całą bryłę korzeniową i nie powoduje zalania podłoża. Dzięki ustaleniu częstotliwości nawadniania, składu pożywki i rodzaju podłoża odpowiednio do wymagań danego gatunku lub odmiany rośliny uzyskuje się szybki i wyrównany jej wzrost. Pożywką dostarczona roślinom krąży w obiegu zamkniętym, dlatego oszczędność wody i nawozów może sięgać 30–40%. Zmniejsza się także zanieczyszczenie środowiska, bowiem nawozy nie dostają się do wód gruntowych. Pożywką dociera równomiernie do każdej doniczki. Na liściach nie tworzą się białe osady, a porażenie roślin przez niektóre choroby jest mniejsze, gdyż rośliny nie są zraszane. Temperatura pożywki w zbiornikach zbliżona jest do temperatury szklarni, dzięki czemu podlewanie nie powoduje stresującego dla roślin ochładzania podłoża. Automatycznie steruje się częstotliwością i czasem nawadniania oraz kontroluje stężenie (EC) i pH pożywki. Modułowa budowa stołów umożliwia ich transport wraz z roślinami, ułatwia wykonanie zabiegów agrotechnicznych i ekspedycję towaru. Wymienione udogodnienia pozwalają zmniejszyć nakłady na pracę.

Stoły do uprawy zalewowej mają aluminiowe boki, a ich zagłębiony blat stanowią wyprofilowane, plastikowe wkładki odporne na promieniowanie ultrafioletowe (UV). Cała konstrukcja jest lekka i łatwa w montażu. Standardowa szerokość stołów wynosi 1,2–2 m, a długość 3–12 m. Pożywką pompowana ze zbiornika rozprowadzana jest przewodami polietylenowymi na stoły. Przewody zaopatrzone są w zawory i filtr niedopuszczający do zanieczyszczenia pożywki w zbiorniku oraz zapychania ich podłożem lub liśćmi. Zawory regulują także napełnianie stołów pożywką, jej napowietrzanie oraz możliwe szybki spływ po podlaniu. Stoły łączy się w sekcje, które stopniowo są nawadniane. Jedna sekcja zwykle składa się z 10–14 stołów, co stanowi około 150–250 m<sup>2</sup>. Na jednej sekcji powinny znajdować się rośliny o podobnych wymaganiach wodnych i pokarmowych. W trakcie podlewania doniczki muszą być zanurzone w pożywce do wysokości 2–3 cm. Do nawodnienia roślin na 500 m<sup>2</sup> potrzeba jednorazowo około 10 m<sup>3</sup> pożywki. Czas napełniania stołów, a także kontrola EC pożywki i pH najlepiej jeśli sterowane są automatycznie przez komputer, na podstawie natężenia światła. Kontrola zawsze musi być precyzyjna, bowiem pożywką w obiegu zamkniętym zwykle jest mocno zasolona i zawiera nadmiar jonów sodu (Na), siarczanowych (SO<sub>4</sub>) i chloru (Cl), które pozostały z soli użytych do jej sporządzenia. Uniknięcie tej niedoskonałości stołów zalewowych jest domeną ogrodnika.

Twardość wody do uprawy w tym systemie nie powinna przekraczać 5°n, a stężenie soli 0,45 g/dm<sup>3</sup>. Pożywkę sporządza się z nawozów dobrze rozpuszczalnych, wieloskładnikowych lub pojedynczych. Stężenie powinno być niższe od zalecanego do nawożenia roślin doniczkowych uprawianych w sposób tradycyjny. W tym systemie, dzięki kapilarnemu podsiąkaniu pożywki, składniki pokarmowe nie są wypłukiwane i ich nad-

miar kumuluje się w górnej warstwie podłoża. Dlatego zaleca się okresowe podlewanie roślin czystą wodą od góry. Im większa jest częstotliwość nawadniania, tym używa się mniej stężonej pożywki. Doniczki zanurzone są w pożywce tylko 15–20 minut, dlatego powinny one mieć otwory w dnie i na dolnej krawędzi, aby umożliwić szybkie podsiąkanie oraz odpływ nadmiaru pożywki.



Ryc. 7. Schemat sterowania nawadnianiem lub płynnym nawożeniem na podstawie pomiaru energii słonecznej [Piróg 1993]

Podłoża używane do uprawy roślin na stołach zalewowych powinny zawierać co najmniej 70% objętościowych torfu wysokiego. Komponentami poprawiającymi właściwości fizyczne podłoża są: perlit, kora sosnowa, granule wełny mineralnej czy styropianu. Podsiąkanie polepsza dodatek piasku, gliny, drobnego keramzytu lub hydrofilnych granulacji wełny mineralnej [Treder, Matysiak 1996].

### 6.3.3.2. *Uprawa roślin doniczkowych na matach podsiąkowych*

Pewne oszczędności w zużyciu wody uzyskuje się, uprawiając rośliny doniczkowe na matach podsiąkowych. Jest to także uprawa tańsza niż na stołach zalewowych. Uprawa na matach opiera się na podsiąkaniu z nich wody do podłoża w doniczce.

Stoły w szklarni powinny być równe i wypoziomowane, aby rozpraszanie wody na matach było równomierne. Powierzchnię stołu wykłada się folią polietylenową, która zatrzymuje wodę. Odpowiednia jest folia czarna, nieprzepuszczająca światła. Układa się ją na zakładkę. Dzięki temu ewentualny nadmiar wody wysącza się stopniowo pomiędzy zakładkami. Brzegi folii zawijają się do góry, aby woda nie wypływała za szybko. Maty podsiąkowe rozkłada się na folii, tak aby stykały się brzegami. Górna powierzchnia maty jest pokryta cienką, perforowaną folią i na niej ustawia się doniczki. Folia ta zmniejsza parowanie wody, utrudnia wrastanie korzeni do maty i rozwój glonów. Końce maty należy ułożyć płasko, ponieważ gdy zwisają, woda skapuje za szybko. Doniczki powinny mieć płaskie dno z dużymi otworami. Do podłoża w doniczkach dodaje się torfu co najmniej 75% objętościowych, gdyż zapewnia on dobre podsiąkanie wody. Maty mogą być nawadniane za pomocą węża lub linii kroplujących, tj. taśm z wtopionymi kroploownikami lub węży dwukomorowych. Maty muszą być stale wilgotne. Przy słonecznej pogodzie trzeba je podlewać kilkakrotnie w ciągu dnia. Nawadnianie mat można zautomatyzować. Gdy do podłoża w doniczkach dodano nawozy wolno działające, to rośliny nawadnia się wodą bez nawozów. Można także dostarczać pełną pożywkę nawozową z każdym nawadnianiem (fertygacja). Pożywki powinny mieć niskie stężenie (około 200 ppm azotu i potasu oraz 100 ppm fosforu, wraz z mikroelementami). Przy tym sposobie nawożenia wzrasta stężenie soli w doniczce, zwłaszcza w górnej części podłoża. Jeżeli przekroczy ono dopuszczalny poziom, trzeba przepłukać podłoże w doniczce wodą bez nawozów, lejąc ją z góry.

Mat polipropylenowych można używać wielokrotnie. Po zakończeniu cyklu uprawy dezynfekuje się je, np. podchlorynem sodu rozpuszczonym w wodzie w stosunku 1:9. Ciecz wylewa się na matę, a następnie przepłukuje silnym strumieniem wody [Nowak 1996]. Uprawa roślin na stołach zalewowych i matach podsiąkowych zaliczana jest do systemów zamkniętych.

Na matach podsiąkowych uprawia się liczne gatunki i odmiany roślin w doniczkach, w tym dużo rabatowych, np. bratki ogrodowe w namiotach foliowych.

### 6.3.3.3. *Supersorbenty (sorbenty, hydrożele, akrygele lub akryżele)*

To polimery, które w stanie suchym mają formę proszku lub granulek, a po napeczeniu tworzą żel lub galaretkę. Pod względem chemicznym są to wielkocząsteczkowe, częściowo usieciowane kopolimery, zbudowane z alkoholu poliwinylowego, politlenku etylenu lub poliakrylanów. Znane są także sorbenty skrobiowe lub dekstrynowe. Ponad 80% sorbentów to pochodne kwasu akrylowego. Substancje te produkowane są również w Polsce.

Supersorbenty mają zdolność wchłaniania wody, niektóre olbrzymich jej ilości. Na przykład 1 g pewnych supersorbentów może wchłonąć aż 700 g wody! Dla porównania 1 g torfu wysokiego, jednej z najchłonniejszych naturalnych substancji organicznych, może wchłonąć zaledwie kilka gramów wody. Znalazły one zastosowanie w rolnictwie i dziedzinach pozarolniczych. W rolnictwie sorbenty można wykorzystywać do poprawy

właściwości wodno-powietrznych gleb zbyt suchych i przepuszczalnych oraz łączenia ich z nawozami i środkami ochrony roślin, co ma przyczyniać się do oszczędności wody. W handlu dostępne są preparaty, których nazwy odzwierciedlają niekiedy właściwości bądź naturę chemiczną, np. Water Lock, Liqua-Gel, Aqua-Lox, Vitterra, Terrasorb, Eko-żel, Agrosoke, Alcosorb, Supresorb, Akrygel. Oprócz wchłaniania dużych ilości wody są one nietoksyczne dla roślin i trwałe.

Zdolność wchłaniania wody lub roztworów zależy od odczynu (pH), stężenia elektrolitów i środowiska, w jakim zdyspergowany jest sorbent. Największą zdolność wchłaniania wody mają sorbenty przy wysokim pH. Zakwaszenie środowiska znacznie zmniejsza zdolności sorpcyjne i może powodować przejście sorbentu z fazy żelowej w fazę płynną lub „wypuszczenie” nadmiaru wody do otoczenia. Identyfikacyjnie wpływa wzrost zasolenia, przy czym największe znaczenie mają kationy dwuwartościowe, np. wapń. Niektóre kationy jednowartościowe, np. potas, znoszą częściowo niekorzystny wpływ dwuwartościowych. Dlatego dodanie nawozów do podłoża powoduje konieczność zwiększenia ilości sorbentów w celu skompensowania spadku sorpcji.

Składniki mineralne pobierane są z żelowanych sorbentów łatwo i wykorzystywane efektywnie przez rośliny. W Europie Zachodniej produkowane są nawozy o spowolnionym działaniu z udziałem supersorbentów, np. Barbaryplante-G1, który podobno wchłania 400–1200-krotną ilość wody i pęcznieje przy tym 120-krotnie. Pęczliwość suchego lub częściowo uwodnionego sorbentu polega na tym, że wchłonięcie maksymalnej ilości roztworu wiąże się ze wzrostem objętości tworzącego się żelu. Podlanie podłoża, zawierającego niezupełnie spęczniały sorbent, może spowodować „wykipienie” podłoża z pojemników, w których uprawia się rośliny. W miarę jak rośliny wyczerpują wodę z takiego podłoża, kurczy się ono tym silniej, im więcej zawierało zżelowanego sorbentu. Proces pęcznienia-kurczenia powtarza się wielokrotnie, gdyż zdolność sorbentów do wchłaniania wody i pęcznienia jest trwała. Poprawne stosowanie podłoży z sorbentami wymaga znajomości tych procesów. Nadmierny udział sorbenta, zwłaszcza w połączeniu z obfitym podlewaniem może pogorszyć stosunki powietrzne podłoża i spowodować obumieranie roślin.

Dawki supersorbentów wynoszą 2–10 g/dm<sup>3</sup> podłoża. Substancje te wykorzystywane są jako nośniki nawozów, pestycydów i regulatorów wzrostu, do poprawiania terenu pod trawniki, zaprawiania dołków przed sadzeniem drzewek, w uprawie pojemnikowej roślin, tworzenia jałowych podłoży do rozmnażania *in vitro* [Górecki, Paul 1993]. Przeprowadzone w Polsce doświadczenia dotyczyły stosowania supersorbentów jako komponentów podłoży, np. dla aksamitki wyniosłej (*Tagetes erecta* ‘Alaska’) [Breś, Łuczak 1996], żeniszka meksykańskiego odmiany ‘Lazur’ (*Ageratum houstonianum* ‘Lazur’), begonii stale kwitnącej odm. ‘Agata’ (*Begonia cucullata* Willd. var. *hookeri* (A.DC.) L.B.Sm. et B.G. Schub. ‘Agata’; syn. *B. semperflorens* Link. et Otto ‘Agata’), lobelii przyławkowej odm. ‘Cambridge Blue’, petuni ogrodowej odm. ‘Winnetou’ (*Petunia* × *hybrida* ‘Winnetou’), szalwi błyszczącej odm. ‘Scarlet Piccolo’ (*Salvia splendens* ‘Scarlet Piccolo’), aksamitki rozpięchłej niskiej odm. ‘Mikrus’ (*Tagetes patula* ‘Mikrus’) [Haber i Kałwińska 1996]; jako środka do zaprawiania nasion nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis*), groszku pachnącego (*Lathyrus odoratus*), kukurydzy (*Zea mays*), aksamitki



rozpierzchłej (*Tagetes patula*), lewkonii (*Matthiola incana*), bratka (*Viola ×wittrockiana*), malwy (*Alcea rosea*) [Hetman i in. 1996]; jako substancji poprawiającej korzenie się i wzrost sadzonek skrzydłokwiatu odm. ‘Castor’ (*Spathiphyllum ‘Castor’*) otrzymanych w warunkach *in vitro* [Hetman, Pogroszewska 1996], gerbery odmiany ‘Ferrari’ i ‘Melody’ [Hetman, Szot 1996] oraz goździków, chryzantem, alternantery (*Alternanthera ficoidea* (L.) P. Beauv.), iresyny Lindena (*Iresine lindenii* Van Houtte), pelargonii wielokwiatowej (*Pelargonium ×domesticum* Bailey) (syn. *P. grandiflorum*) i *Santolina chamaecyparissus* L. [Wolski i inni 1996]. W doświadczeniach z wymienionymi roślinami supersorbenty dały wyniki korzystne.

## 6.4. Dokarmianie roślin ozdobnych dwutlenkiem węgla

Dwutlenek węgla jest gazem niezbędnym do przebiegu procesu fotosyntezy. Rośliny przyswajają bardzo dużo CO<sub>2</sub>, gdyż węgiel stanowi około 40% ich suchej masy. Podstawowym źródłem węgla dla roślin jest CO<sub>2</sub> z powietrza. Zawartość CO<sub>2</sub> w atmosferze jest prawie stała i wynosi 335 cm<sup>3</sup> na 1 m<sup>3</sup> powietrza (=0,03%). Wyniki dokładnych pomiarów wskazują, że stężenie CO<sub>2</sub> w powietrzu w ostatnich latach minimalnie wzrasta. Dokarmianie CO<sub>2</sub> jest szczególnie istotne w uprawie roślin w szczelnych szklarniach, zwłaszcza metodami bezglebowymi lub w torfie. Bezruch powietrza w szklarni powoduje spadek stężenia CO<sub>2</sub> między powietrzem otaczającym liście a chloroplastami. Odbija się to szczególnie niekorzystnie na fotosyntezie netto u roślin typu C<sub>3</sub>, odznaczających się wysoką wartością punktu kompensacyjnego CO<sub>2</sub>. Wprowadzenie powietrza w ruch, np. za pomocą wietrzenia poprzez otwarcie wietrzników lub wentylatora, pozwala na usuwanie powietrza ubogiego w CO<sub>2</sub> z bezpośredniego sąsiedztwa liści i zastępowania go zasobniejszym w ten gaz. Zabiegi te będą skuteczne wówczas, gdy przemieszczanie się powietrza będzie przebiegać z szybkością 1–2 m · s<sup>-1</sup>. Przy stężeniu 0,03% CO<sub>2</sub> uruchomienie mas powietrza w szklarni podwyższa fotosyntezę o 14–18% [Piskornik 1994]. Niedobory CO<sub>2</sub> w szklarniach mogą występować późną jesienią, zimą i wczesną wiosną, gdy są one szczelnie zamknięte, a wietrzników się nie otwiera. W szklarniach, wskutek intensywnego pobierania tego składnika przez rośliny, stężenie jego spada do 0,01%, a nawet 0,005%. Optymalne stężenie CO<sub>2</sub> do przebiegu fotosyntezy zależy od gatunku i odmiany rośliny, jej fazy rozwojowej, natężenia napromienienia, temperatury i wilgotności powietrza, lecz ma stosunkowo wąski zakres i wynosi 0,1–0,2% (1000–2000 ppm). Przy stężeniach tego gazu przekraczających 0,2% następuje przymknięcie szparek oddechowych, co osłabia fotosyntezę netto. Liście młode są wrażliwe na nadmiernie wysokie stężenia CO<sub>2</sub> i szybciej zamykają szparki niż liście starsze. Wzrost natężenia fotosyntezy netto przy stężeniu 0,1–0,15% CO<sub>2</sub>, przy optymalnych warunkach zewnętrznych, wynosi od 50 do ponad 100%, w zależności od rodzaju rośliny [Piskornik 1994].

Z ekonomicznego punktu widzenia dokarmianie CO<sub>2</sub> zaleca się prowadzić jedynie przy dobrych warunkach świetlnych w ciągu dnia, przyjmując na przykład w uprawie wiosennej ośmiogodzinny jego cykl [Libik 1996]. Jeśli gazowanie nie odbywa się w sposób ciągły, to można je przeprowadzić w godzinach 7.00–10.00 i 13.00–15.00. Podwyższone stężenie CO<sub>2</sub> utrzymuje się jeszcze przez 2–4 godziny po zakończeniu



gazowania, w zależności od szczelności obiektu. Największą efektywność wzbogacania atmosfery szklarni w CO<sub>2</sub> uzyskuje się przy wysokiej intensywności światła. Wykazano, że także zimą, gdy warunki świetlne są gorsze, wzbogacanie powietrza szklarni w CO<sub>2</sub> w dni słoneczne powoduje przyrost masy i zapobiega „wybieganiu” roślin [Piróg 1993]. Obliczono, że u niektórych gatunków roślin dokarmianie CO<sub>2</sub> może zrekompensować nawet 30% spadek intensywności światła. Dlatego jest ono szczególnie korzystne w naszej strefie klimatycznej, gdzie niedobór światła występuje często. Dokarmianie CO<sub>2</sub> wpływa szczególnie korzystnie na wzrost roślin typu C<sub>3</sub>, czyli większości roślin ozdobnych uprawianych w szklarniach. Rośliny typu C<sub>4</sub>, do których należą między innymi sukulenty, mogą pobierać CO<sub>2</sub> również w nocy i dlatego obniżenie stężenia tego gazu nie hamuje ich wzrostu tak silnie jak roślin typu C<sub>3</sub>. Dokarmianie CO<sub>2</sub> wpływa korzystnie na wzrost roślin doniczkowych o ozdobnych liściach, ponieważ przyspiesza wzrost liści. Sprzyja także wzrostowi roślin doniczkowych o ozdobnych kwiatach, zwiększa liczbę kwiatów i przyspiesza kwitnienie.

Ważny jest system rozprowadzania gazu, gwarantujący największą dostępność do roślin i minimalne jego straty wskutek wietrzenia. Zalecany jest ruchomy układ rozprowadzający, składający się z perforowanego rękawa foliowego lub rurek plastikowych. Układ ten należy umieścić w połowie wysokości roślin, z możliwością regulacji pionowej w miarę ich wzrostu. Chodzi o to, aby rozprowadzanie CO<sub>2</sub> było równomierne. Często układ rozprowadzający CO<sub>2</sub> jest umieszczany obok rur grzejnych i rur zaopatrzonych w zraszacze lub zamgławiacze, np. w uprawie anturium.

Optymalne stężenie CO<sub>2</sub> dla roślin ozdobnych wynosi od 600 do 900 ppm (0,06–0,09%). Poszczególne rodzaje i gatunki różnią się jednak pod tym względem. Na przykład dla *Euphorbia pulcherrima* stężenie 800 ppm (0,08%) może już powodować uszkodzenia. Dla *Codiaeum* sp., *Philodendron* sp. i *Syngonium* sp. stężenie 900 ppm (0,09%) jest niebezpieczne. Dla *Begonia* sp., *Chrysanthemum* sp. i *Gerbera* sp. nie powinno ono przekraczać 1000 ppm (0,1%). *Asplenium* sp. znosi graniczne stężenie 1200 ppm (0,12%), a *Bouvardia* sp. i *Ficus* sp. – 1500 ppm (0,15%).

Zawartość CO<sub>2</sub> w powietrzu wokół roślin powinna być kontrolowana w okresie wegetacji, aby zapobiec przedawkowaniu. Według Berkela [1984, za Pirogiem 1993], zbyt duże stężenie CO<sub>2</sub> w atmosferze wokół roślin powyżej 2870 ppm (0,28%) może wywoływać silne chlorozy, a następnie nekrozy liści. Skład powietrza można badać metodą laboratoryjną, za pomocą analizatorów gazu i przy zastosowaniu różnego typu sterowników CO<sub>2</sub>.

### 6.4.1. Źródła dwutlenku węgla

Źródłem CO<sub>2</sub> do dokarmiania roślin w szklarni może być fermentujący obornik i krowieniec wykładane w różnych miejscach (to źródło ma już znaczenie historyczne), spalanie gazu ziemnego, gazu propan-butan, nafty lub denaturatu, sprężony CO<sub>2</sub> w butlach, skroplony CO<sub>2</sub> w butlach lub cysternach, stały tzw. suchy lód, uzyskany z reakcji węglanów z kwasami, odzyskany ze spalin kotłowniczych. Źródła CO<sub>2</sub> powinny być pozbawione zanieczyszczeń, a szczególnie związków siarki, gdyż dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>) w powietrzu, w stężeniu 1 ppm jest już toksyczny dla wielu roślin. Niebezpieczne są także tlenek (NO) i dwutlenek azotu (NO<sub>2</sub>). W bardzo niskich stężeniach mogą one stanowić dodatkowe źródło azotu dla roślin, lecz w wyższych stężeniach hamują wzrost roślin,

ponieważ obniżają wydajność fotosyntezy. Tlenki azotu w wyższych stężeniach mogą zatem całkowicie niwelować dodatni wpływ CO<sub>2</sub> na intensywność fotosyntezy. Tlenki azotu w stężeniu około 0,8 ppm powodują u roślin wrażliwych (a takimi są np. *Dieffenbachia picta*, *Ficus benjamina* i *F. elastica*, *Rosa* sp., *Saintpaulia ionantha*) uszkodzenia w formie chloroz i nekroz. A łącząc się z wodą, zakwaszają podłoże i powodują korozję urządzeń metalowych. Rośliny są wrażliwsze na tlenki azotu w gorszych warunkach świetlnych. Przy spalaniu paliw węglowodorowych powstaje także etylen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), którego stężenie nie powinno przekraczać 0,01 ppm. Szkody powodowane etylenem to chloroza liści, opadanie pąków i kwiatów oraz przyspieszone starzenie się kwiatów. Wrażliwość roślin na etylen jest bardzo zróżnicowana.

Obecnie w Polsce do dokarmiania roślin uprawianych w szklarniach jest stosowany płynny CO<sub>2</sub> w butlach lub w specjalnych pojemnikach. Podstawowa instalacja oferowana przez firmę PRAXAIR składa się ze zbiornika z płynnym CO<sub>2</sub> o pojemności 6; 14; 22 i 35 ton, parownicy dobranej zależnie od oczekiwanej wydajności źródła CO<sub>2</sub>, systemu redukcji ciśnienia, układu rozprowadzenia gazowego CO<sub>2</sub> w szklarni oraz komputerowego sterownika nadzorującego dokarmianie roślin [Libik, Szubski 1997].

Opracowywane i wdrażane są w Polsce także systemy akwizycyjno-sterujące dokarmianiem CO<sub>2</sub> w zależności od natężenia oświetlenia i rodzaju uprawy. W 1996 r. najnowszym rozwiązaniem w tej dziedzinie była metoda rozprowadzania CO<sub>2</sub> przy użyciu wody jako nośnika – zwana Carborain. Metodę oraz urządzenie opracował niemiecki wynalazca Aleksander Kückens. Jest ona tania i prosta w użyciu. Do wody, w której rozpuszczone są środki ochrony roślin lub nawozy płynne, bądź po prostu do przeznaczonej do nawodnień dodaje się określoną ilość CO<sub>2</sub>. Proces wzbogacania w CO<sub>2</sub> podobny jest do tradycyjnej metody nasycania wody CO<sub>2</sub> pod wysokim ciśnieniem. W metodzie „Carborain” woda nasycana jest tym gazem pod niższym ciśnieniem, co umożliwia dłuższe utrzymanie go w wodzie podczas nawadniania. Metoda ta może być zastosowana pod osłonami i w uprawach polowych. Daje zróżnicowane wyniki w odniesieniu do poszczególnych gatunków. Rośliny ozdobne zwiększały swoją wielkość od 30 do 50%. Korzyści płynące z metody Carborain polegają ponadto na możliwości obniżenia kosztów produkcji oraz na braku ujemnych skutków ekologicznych. Wymaga ona jednak jeszcze dalszych badań [Libik 1996].

Rośliny ozdobne uprawiane są na glebie jako utworze geologicznym, zdefiniowanym przez gleboznawstwo oraz na różnego rodzaju podłożach, jednolitych i ich mieszankach. Na glebie *sensu stricto* uprawia się przede wszystkim rośliny gruntowe, np. jednoroczne, dwuletnie, byliny, krzewy i drzewa. O glebach, ich właściwościach i uprawie słuchacze zdobyli już niezbędną wiedzę, studiując gleboznawstwo i ogólną uprawę roślin. O wymaganiach glebowych poszczególnych gatunków roślin ozdobnych będzie mowa na ćwiczeniach z przedmiotu rośliny ozdobne. Nie w każdym przypadku gleba rodzima jest odpowiednia dla danego gatunku rośliny. Wtedy dodaje się do niej inne materiały, zwykle pochodzenia organicznego, np. torfu wysokiego lub kory sosnowej. Czasami jednak gleby bardzo ciężkie z dużą zawartością gliny można rozluźnić poprzez dodatek piasku i odwrotnie, gleby lekkie i piaszczyste czyni bardziej zwięzłymi przez wprowadzenie do nich gliny.

Rośliny ozdobne pod osłonami uprawiane są na różnego rodzaju podłożach i ich mieszankach, w skład których może wchodzić dodatek gleby. Gleba rodzima nie ma tutaj znaczenia. Pod osłonami prowadzi się zatem uprawy bezglebowe (ryc. 8). Gleby i podłoża, aby mogły spełniać wymagania roślin, powinny odznaczać się określonymi właściwościami fizycznymi, chemicznymi i biologicznymi. O właściwościach fizycznych decyduje głównie skład mechaniczny oraz pojemność wodna i powietrzna. Poszczególne gleby i podłoża różnią się pod tym względem. Właściwa proporcja pomiędzy pojemnością wodną i powietrzną jest często trudna do osiągnięcia, a jest ona szczególnie istotna dla podłoży stosowanych w przemysłowej produkcji roślin ozdobnych. Na chemiczne właściwości składa się zawartość składników pokarmowych dostępnych dla roślin, stężenie soli, odczyn i pojemność sorpcyjna. Niska zawartość makro- i mikrośladników oraz niewłaściwe proporcje ilościowe pomiędzy nimi to częste przyczyny niepowodzeń w uprawie roślin ozdobnych. W celu zwiększenia pojemności sorpcyjnej substratów praktykowany jest dodatek gliny od 20 do 30 procent objętościowych. W Niemczech do przemysłowej produkcji roślin ozdobnych stosowane są trzy standardowe rodzaje podłoży, różniące się właściwościami chemicznymi (tab. 20). Gotowe podłoża torfowe lub mieszanki złożone z torfu i gliny w porównaniu z kompostami z odpadków miejskich mają niską aktywność biologiczną, lecz pozbawione są czynników chorobotwórczych, substancji toksycznych, szkodników i nasion chwastów.

## 7.1. Podstawowe pojęcia dotyczące podłoży

**Porowatość ogólna** – stosunek części objętości podłoża niezajętej przez jego frakcję stałą do całkowitej objętości.

**Pojemnikowa pojemność wodna** – część objętości podłoża wypełniona wodą po jego całkowitym nasyceniu i pozostawieniu do odcieknięcia. Ilość odciekającej wody zależy od grubości warstwy podłoża, a więc od kształtu pojemnika.

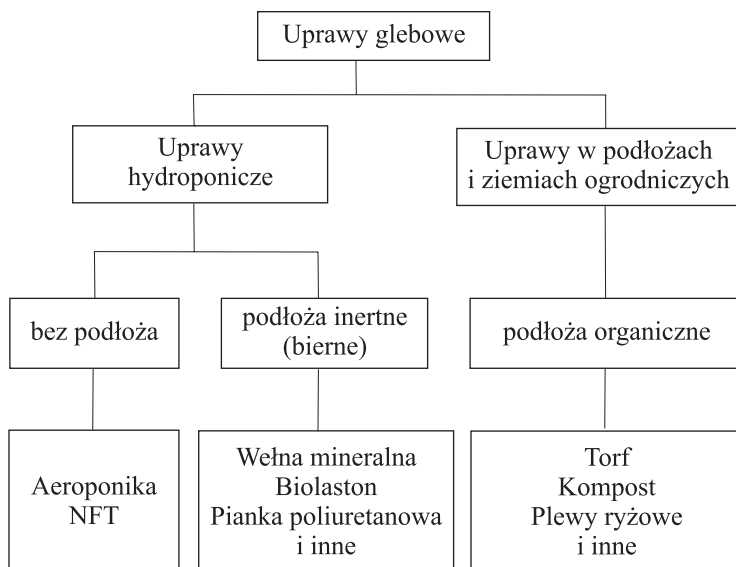
**Pojemność powietrzna** – część porowatości po odjęciu pojemnikowej pojemności wodnej, czyli łączna objętość porów (w danym podłożu i pojemniku) zawsze wypełnionych powietrzem, nawet przy maksymalnej wilgotności.

**Wilgotność** – część objętości podłoża zajęta przez wodę. Z zasady wyrażona jest w procentach objętości podłoża, ale czasem w procentach – w odniesieniu do suchej masy podłoża – porowatości ogólnej lub pojemności wodnej.

**Potencjał wodny podłoża** (lub potencjał wody w podłożu) – także charakteryzuje wilgotność. Określany bywa czasem jako „siła ssąca”. Jest to podciśnienie wywołane siłami kapilarnymi. Mierzony jest tensjometrem, a wyrażany w jednostkach ciśnienia ze znakiem „-” (hektopaskalach, hPa). Im wyższa jest aktualna wilgotność podłoża, tym wyższy jego potencjał wodny, a więc niższa wartość bezwzględna podciśnienia.

**Woda niedostępna** – to część objętości podłoża zajęta przez wodę silnie związaną przez jego stałe cząstki, której rośliny nie są w stanie pobrać. Graniczny potencjał wodny podłoża, przy którym woda jest dla roślin dostępna, wyznacza tzw. punkt trwałego wędnięcia.

**Gęstość (ciężar objętościowy)** – to stosunek masy stałych cząstek podłoża do jego objętości. Masę określa się po całkowitym wysuszeniu, a objętość obejmuje zarówno fazę stałą, jak i łączną objętość porów. Gęstość zależy od stopnia zagęszczenia (ubicia) danego podłoża.



Ryc. 8. Podział upraw bezglebowych [Komosa 1995]

Tabela 20

Wartości graniczne składników pokarmowych substratów ogrodniczych używanych w Niemczech [Granzau, bez daty]

Rodzaj substratu	pH (CaCl <sub>2</sub> )	Sole rozpuszczalne w wodzie	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			mg/dm <sub>3</sub>		
O-Substrat	5,5–6,5	<1000	<50	<30	<40
P-Substrat	5,5–6,5	800–1500	100–200	100–200	100–200
T-Substrat	5,5–6,5	1500–3000	200–400	200–400	200–500

## 7.2. Uprawy bezglebowe. Ziemie ogrodnicze

Do upraw bezglebowych (ryc. 8) najwcześniej stosowane były różne rodzaje ziem ogrodniczych: kompostowa, darniowa, gnojowa, inspektowa, liściowa i wrzosowa. Obecnie ziemie te w wielkotowarowej produkcji roślin ozdobnych nie są wykorzystywane, dlatego zostaną tu scharakteryzowane krótko.

**Ziemia kompostowa** ma zróżnicowany skład w zależności od zawartości substancji organicznej. Przygotowuje się ją z odpadków organicznych, przede wszystkim z chwastów, które nie wytworzyły jeszcze nasion zdolnych do kiełkowania. W zależności od szybkości rozkładu materiałów użytych do kompostowania ziemię otrzymuje się po 9 miesiącach bądź 1,5–2 latach. W celu przyspieszenia rozkładu materiałów zawierających dużo celulozy, np. słomy lub zdrewniałych części roślin na 1 m<sup>3</sup> kompostu dodaje się 0,2–0,3 kg azotu w formie saletry amonowej lub mocznika. Przymy kompostowe o wysokości 1–1,5 m i szerokości 1,5 m układa się luźno i przerabia 3–4 razy w roku, co zapewnia dostęp tlenu i szybki rozkład substancji organicznej. Ziemia kompostowa jest na ogół średnio zasobna w składniki pokarmowe (zależy od użytego materiału) i ma odczyn zbliżony do obojętnego (tab. 21).

Tabela 21

Zawartość azotu amonowego i azotanowego, fosforu, potasu, sodu, chloru i wapnia oraz pH w torfach i ziemiach ogrodniczych (zawartość składników oznaczano w wyciągu kwasu octowego o stężeniu molowym 0,03 mol/dm<sup>3</sup>) [Starck 1993]

Rodzaje podłoża	N		P	K	Na	Cl	Ca [g/dm <sup>3</sup> ]	pH w H <sub>2</sub> O
	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>						
[mg/dm <sup>3</sup> ]								
torf wysoki	21,1	22,4	50	40	30	40	0,3	3,7
torf niski	6,6	44,7	48	60	25	30	0,8	4,5
ziemia kompostowa	6,6	49,4	250	320	50	30	2,8	7,0
ziemia liściowa	7,6	98,7	264	200	40	0	3,0	6,5
ziemia gnojowa	5,9	170,4	118	670	160	40	4,1	7,0
ziemia inspektowa	8,6	88,8	160	220	55	20	2,7	6,9

**Ziemia darniowa** powstaje w wyniku kompostowania kilkucentymetrowej warstwy darni z łąki lub pola po roślinach motylkowych drobnonasiennych, np. po lucernie bądź koniczynie. Jeśli darni pozyskiwana jest z gleb kwaśnych, to konieczny jest dodatek wapnia w celu uzyskania odczynu obojętnego. Jest to ziemia zasobna w składniki pokarmowe.

**Ziemie gnojową** otrzymuje się z różnych rodzajów obornika. Obornik układa się w przyzmy i przykrywa cienką warstwą ziemi, aby nie wysechł. Po około 2 latach i kilkakrotnym przerobieniu otrzymuje się dobrze rozłożoną ziemię gnojową, o dużej zawartości próchnicy i składników pokarmowych, o odczynie obojętnym. W swoim czasie, gdy do biologicznego ogrzewania inspektów (obecnie już reliktywów) używano obornik koński, to można było z niego uzyskać **ziemię inspektową**. Rozłożony obornik usuwało się jesienią z inspektu i układało w przyzmy. W następnym roku przyzmy przerabiano się 2–3 razy. Ziemia inspektowa zasobna była w składniki mineralne (tab. 21).

**Ziemie liściową** uzyskuje się z przekompostowanych liści drzew i krzewów, np. klonów, topoli, lip, brzoź i buków. Jej gęstość objętościowa wynosi około 0,2 kg/dm<sup>3</sup>. Jesienią liście gromadzi się na przyzmach i po ich zwilżeniu na 1 m<sup>3</sup> dodaje się 0,1–0,2 kg azotu w formie nawozów mineralnych. Aby liści nie rozwiewał wiatr, można je lekko przykryć ziemią. Przyzmy przerabia się 2–3 razy w roku tak, aby warstwy zewnętrzne znalazły się wewnątrz usypanej przyzmy. Przyspiesza to rozkład liści. Ziemia liściowa jest dość zasobna w składniki mineralne i ma odczyn obojętny (tab. 21). Używana była jako dodatek do różnych mieszanek oraz do wysiewu nasion. Do wysiewu nasion begonii najlepsza była ziemia z liści robinii białej (*Robinia pseudoacacia* L.).

**Ziemia wrzosowa** pozyskiwana jest na wrzosowiskach. Składa się ze zbutwiałych części pędów wrzosu oraz innych roślin występujących na wrzosowiskach. Ma ona odczyn silnie kwaśny, pH 3,5–4,5. Jest uboga w dostępne formy składników mineralnych. Stosuje się ją w uprawie roślin wrzosowatych, np. różaneczników, wrzosów i wrzośców.

Ziemie: kompostowa, gnojowa, inspektowa i liściowa mogą zawierać czynniki chorobotwórcze, dlatego przed zastosowaniem ich do uprawy roślin – powinny być odkażone przez parowanie i pozbawione nadmiernej zawartości azotu amonowego i azotanowego, który jest szkodliwy dla niektórych gatunków.

Oprócz jednolitych ziem były i są stosowane mieszanki ziem. W przeszłości w skład mieszanek najczęściej wchodziła ziemia kompostowa, liściowa i inspektowa. Obecnie mieszanki są przeważnie sporządzane z torfu wysokiego, gliny i piasku. Szendel i Hetman [1974] zaproponowali wykorzystanie tzw. **ziem zneutralizowanych**, nazywanych także **znormalizowanymi**. Stanowią one mieszankę torfu wysokiego z materiałem mineralnym pochodzącym z poziomów podpróchnicznych. Składnik ten nazwano umownie gliną. Gлина nie powinna według autorów zawierać znacznego udziału części spławialnych. Ziemie te mają wiele zalet. Pozwalają na utrzymanie odpowiedniej struktury podłoża przez co najmniej 3 lata. Zawierają niewielką ilość składników pokarmowych, ale niemal wszystkie potrzebne roślinom mikroelementy. Nie zawierają czynników chorobotwórczych ani szkodników. Zaproponowano kilka modyfikacji tych podłoży oznaczonych symbolem S, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>0</sub> w zależności od udziału w nich torfu i gliny. Mieszanka gliny i torfu o stosunku objętościowym 1:1 oznaczona jest symbolem „S”, o stosunku 1:2 – „S<sub>1</sub>”, o stosunku 2:1 – „S<sub>2</sub>”, a mieszankę gliny, torfu i żwiru gruboziarnistego o stosunku 1:1:1 – „S<sub>0</sub>”. Ziemię „S” zalecają do uprawy gerbery, goździków, cyklamenów, szparaga, frezji i chryzantem; „S<sub>1</sub>” dla anturium, azalii doniczkowej, hortensji ogrodowej

i paproci; „S<sub>2</sub>” dla strelcji, róż, lilaków i cantedeskii, a dla wysiewu nasion i produkcji rozsąd – „S<sub>0</sub>” [Hetman 1978]. Znane są także inne mieszanki ziem ogrodniczych, lecz obecnie nie mają one znaczenia.

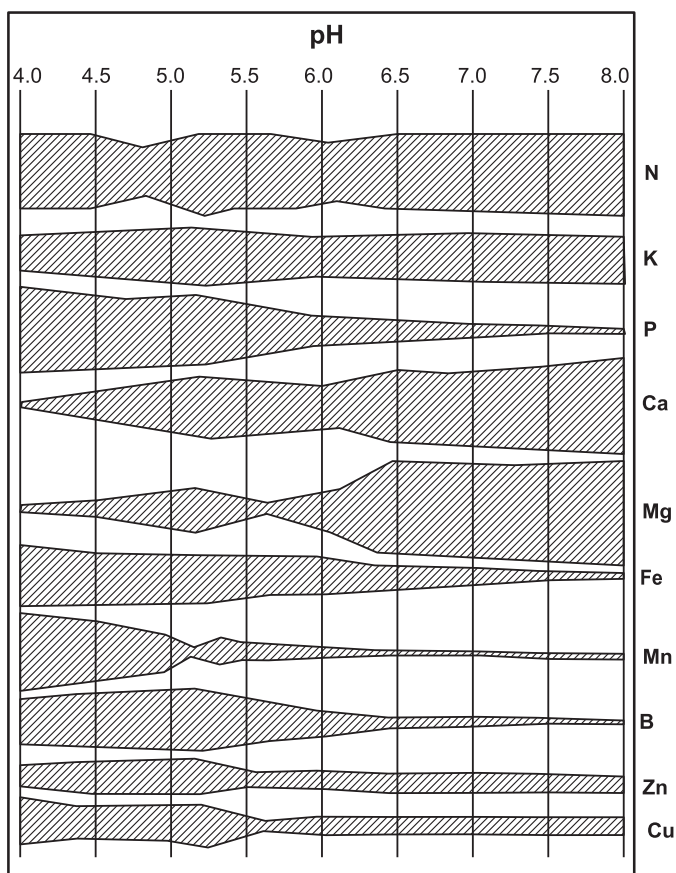
### 7.3. Podłoża organiczne

Obecnie ogromne znaczenie w produkcji roślin ozdobnych, zwłaszcza pod osłonami, mają podłoża organiczne. Najczęściej do ich sporządzania służy torf wysoki, pozyskiwany z torfowisk wysokich, tworzących się przy udziale wody opadowej. Słabo rozłożony torf wysoki odznacza się małą gęstością objętościową – około 0,1 kg/dm<sup>3</sup>. Kilka gatunków mchu torfowca (*Sphagnum* sp.) stanowi często ponad 90% ich masy. Torfy te są bardzo kwaśne (pH 2,4–4,5) i bardzo ubogie w dostępne roślinom formy składników pokarmowych (tab. 21), lecz wykazują dużą pojemność sorpcyjną. Charakteryzują się dużą porowatością, znaczną pojemnością wodną i powietrzną. Torf wysoki jest aseptyczny. Jako materiał lekki nadaje się do transportu na dalekie odległości i jest łatwy do wymiany. Ma jednak pewne wady. Dość szybko traci właściwości fizyczne (1–2 rotacje produkcyjne), co wyraża się głównie poprzez zmniejszenie pojemności powietrznej podłoża. Stosunkowo łatwo ulega zakażeniu patogenami. Traci tym samym swą biologiczną sprawność i wymaga wymiany lub regeneracji. Po urynkowaniu gospodarki cena torfu stale rośnie. Zapasy torfu w polskich złożach są coraz mniejsze; przyjęcie przez Sejm ustawy o ochronie środowiska i uznanie w niej torfu za dobro narodowe sprawia, iż może on być eksploatowany tylko przy spełnieniu określonych warunków [Martyn 1996].

Mimo tych ograniczeń torf wysoki nadal służy do produkcji roślin ozdobnych, częściej w formie tzw. substratu. **Substrat torfowy** to torf wysoki zwapnowany np. węglanem wapnia (CaCO<sub>3</sub>) i wzbogacony odpowiednią ilością makro- i mikroskładników. Doświadczalnie wykazano, że najpierw do torfu należy dostarczyć mieszanki nawozów, a dopiero na tydzień przed wykorzystaniem substratu stosuje się wapnowanie w celu odkwaszenia torfu. Zmieniona kolejność przy przygotowaniu substratu znacznie pogarszała jego jakość i np. zwiększała nawet do 50% straty fosforu. W zależności od odczynu torfu i gatunku rośliny, do uprawy której ma być przeznaczony, dawka wapnia w formie węglanu wapnia (kreda) wynosi 3–8 kg na 1 m<sup>3</sup> torfu. Wyjątek stanowią rośliny acidofilne, czyli wymagające podłoża o odczynie bardzo kwaśnym i kwaśnym. Zależność pomiędzy pH torfu a przyswajalnością składników pokarmowych przedstawia rycina 9.

W obliczu zmniejszających się zasobów torfu wysokiego podejmowane były próby wykorzystania **torfu niskiego**. Torf ten powstaje w zagłębieniach terenu o podłożu nieprzepuszczalnym, w wysychających zbiornikach wodnych lub w dolinach rzek, przy współudziale wody opadowej i wód drenarskich spływających z miejsc wyżej położonych lub wody rzecznej. Rozpuszczalne związki mineralne niesione przez wody rzek i drenarskie gromadzą się w torfach niskich. Dlatego torfy te, powstałe z roślin wodnych i błotnych, są zasobniejsze w składniki mineralne i mają wyższe pH, które wynosi 4,5–7,2. W porównaniu z torfami wysokimi zawierają mniej substancji organicznej, która w przeliczeniu na suchą masę wynosi od 30 do 87%, a w tych pierwszych przekracza 90%. Przydatność torfu niskiego do uprawy roślin zależy od stopnia jego rozkładu. Ma on duże zdolności sorpcyjne i zatrzymywania wody. Największą wadą torfu niskiego jako podłoża do produkcji pod osłonami jest jego niewielka odporność

mechaniczna i stosunkowo szybkie zatracanie dobrej struktury. Odporność struktury torfu niskiego próbowano zwiększyć poprzez stosowanie go w mieszankach z kompostem lub surową korą sosnową i styropianem. Poprawa właściwości fizycznych takich podłoży była jednak krótkotrwała. Wyniki produkcyjne były także gorsze niż w analogicznych podłożach z torfem wysokim [Martyn 1996]. Torf niski można wykorzystać do poprawy fizycznych właściwości gleb mineralnych, w gruntowej uprawie roślin ozdobnych.



Ryc. 9. Zależność pomiędzy pH torfu a przyswajalnością składników pokarmowych

Odpowiednie jako podłoże lub składnik mieszanek ziem ogrodniczych są **torfy przejściowe**, bardziej zbliżone pod względem właściwości do torfów wysokich.

Jako podłoże do produkcji roślin ozdobnych może być wykorzystany także **węgiel brunatny**, zwłaszcza z przewagą części ziemistych o średnicy do 5 mm. Węgiel brunatny wykazuje zdolności zwilżania i zatrzymywania wody, sorpcyjne wobec jonów metali i gazów oraz tiksoskopię (przechodzenie zolu w żel), co wiąże się ze zdolnością do kurczenia masy węgla podczas oddawania wody, a pęcznienia podczas nawilżania. W uprawach hydroponicznych i szklarniowych najkorzystniejszy jest węgiel ziarnisty, o granulacji do 50 mm średnicy, który wodę najbardziej chłonie, gdy cząstki jego nie przekraczają średnicy



10 mm. Jako kopalina wolny jest od czynników chorobotwórczych i nie zawiera substancji toksycznych.

Powietrznie suchy węgiel brunatny zawiera 10–20% popiołu i 80–90% substancji organicznej, w której 30–40% stanowią frakcje humusowe, ekstrahowane za pomocą kwasów mineralnych i amoniaku, a resztę – ligniny, woski, bihuminy i inne związki. Odczyn węgla wynosi 6,7–7,2 (pH w wodzie). Zawartość łatwo dostępnych form składników mineralnych w węglu brunatnym stosowanym w uprawie roślin wynosi, w mg/dm<sup>3</sup>: N – 20–50; P – 10–20; K – 20–100; Ca – 300–500; Mg – 1500–2500; S – 10–20; Fe – 10–30; Mn – 10–20; Zn – 2–5; Cu – 2–3; Mo – 0,5–1,0; B – 2–5 [Pudelski 1995].

W miarę rozdrabniania węgla brunatnego zwiększa się w nim zawartość dostępnych dla roślin składników mineralnych, lecz pogarszają się jego właściwości fizyczne. Przy zwiększonej częstotliwości nawadniania, zwłaszcza za pomocą węża, następuje jednak szybsze ich wypłukiwanie i pogarszanie się stosunków wodno-powietrznych. Podłoże z węgla brunatnego z dodatkiem 30% objętościowych torfu wysokiego odznacza się większą stabilnością właściwości fizycznych i może być stosowane w hydroponicznych metodach uprawy. Węgiel drzewny jest tanim nośnikiem lub tzw. wypełniaczem podłoży organicznych [Pudelski 1995, Martyn 1996].

Obecnie, częściej niż węgiel brunatny wykorzystywana jest w ogrodnictwie **kora z drzew iglastych**, zwłaszcza sosny zwyczajnej i komposty korowe. Świeża kora nie jest odpowiednia do uprawy roślin. Szeroki stosunek C:N w tym materiale sprawia trudności w ustaleniu właściwego nawożenia azotem, które zapobiega ujemnym skutkom biologicznej sorpcji tego pierwiastka. Kora znajduje szerokie zastosowanie jako jeden ze składników podłoży mieszanych.

Kora, zwłaszcza sosnowa przeznaczona do uprawy roślin ozdobnych powinna być zdrowa, czyli wolna od pasożytniczych grzybów i szkodników. Jedną z najważniejszych zalet kory jest jej **naturalna oporność** wobec licznych patogenów odglebowych, np. grzybów *Phytophthora cinnamomi* Rands, *Pythium* spp. i *Rhizoctonia solani* Kühn. Zjawisko to przypisuje się związkom chemicznym uwalnianym się podczas kompostowania oraz mikroorganizmom znanym jako antagonistyczne wobec patogenów, zasiedlającym podłoże korowe, gdy jego temperatura spadnie poniżej 30°C. Właściwie przygotowaną korę i substraty powstałe z jej udziałem można wykorzystać jako naturalne biocydy, służące do niszczenia grzybów pasożytniczych. Na przykład grzyb *Trichoderma harzianum* Rifai użyty do zaprawiania cebul zmniejszył rozwój ryzoktoriozy (*Rhizoctonia solani*) i zgnilizny twardzikowej [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary] kosaćców holenderskich o około 80%. W ochronie narcyzów przed fuzariozą uzyskano zadowalające wyniki, gdy cebule zaprawiano w zawieszynie *Trichoderma viride* Pers. Fr. i *Penicillium janthinellum* Biourge. *Fusarium moniliforme* Sheldon jest silnym antagonistą *F. oxysporum* Schlecht f. sp. *gladioli* Massey i chroni bulwy mieczyka przez cały okres uprawy oraz zwiększa plon bardziej niż po zaprawieniu ich w Benlate. Opryskiwanie róż i innych roślin uprawianych pod osłonami zawiesziną zarodników grzybów *Tilletiopsis* sp. i *Stephanoascus* sp. w ciągu kilku dni całkowicie zniszczyło mączniak prawdziwy. W pomieszczeniu utrzymywano wilgotność 24°C i wilgotność względną powietrza 70–80%. Opryskiwanie roślin zawiesziną zarodników grzybów *Trichoderma* spp. zwalczało szarą pleśń.



W Polsce wykorzystywana jest przede wszystkim kora sosnowa (bo sosna to jest nasz podstawowy gatunek lasotwórczy), a w innych krajach, np. we Włoszech i w Stanach Zjednoczonych, także gatunków liściastych – dębów, buków, wiązów i topoli. Kompostowana kora z wymienionych drzew liściastych charakteryzowała się wysoką opornością na formy specjalne *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Rhizoctonia solani* oraz niektóre gatunki z rodzaju *Phytophthora*. Amerykanie w jednej przymie kompostują korę z kilku gatunków drzew. Miesza się ją z piaskiem w stosunku objętościowym jak 2:1 oraz dodaje na 1 m<sup>3</sup>: 5 kg saletry amonowej, 2,5 kg superfosfatu, 0,5 kg siarki i 0,5 kg siarczanu żelaza, i doprowadza wilgotność tej mieszanki do około 85%. Pryzma ma szerokość 2,5–3 m i wysokość 1,8–2 m. Gdy podczas kompostowania panuje susza, niezbędne jest zlewianie przymy wodą. Przerabia się ją co najmniej dwukrotnie, co cztery tygodnie. W ciągu pierwszych 10 tygodni kompostowania temperatura wewnątrz przymy wynosi 38–55°C. Długotrwała wysoka temperatura niszczy szkodliwe grzyby i bakterie oraz rozkłada związki szkodliwe dla roślin [Orlikowski 1992, 1995].

Często jako podłoże używane są **komposty korowe**. Kompost może pochodzić z kory uzyskiwanej z okorowania ręcznego stosowanego najczęściej w składnicach drewna, czyli jest to pozyskiwanie kory na „sucho”. Kora pozostaje na składowisku i poddawana jest oddziaływaniu naturalnych czynników atmosferycznych. Dzięki temu pozbawiona zostaje fenoli, związków najbardziej szkodliwych dla roślin. Produkt ten określany jest jako tzw. kora zwęglona. Podstawowym źródłem kory są jednak duże zakłady celulozowo-papiernicze. Pnie drzew są tam okorowywane na „mokro”. Kompostowanie odbywa się metodami przemysłowymi. Skład takiego kompostu jest stały i zawiera 85% kory sosny i 15% kory brzozy brodawkowatej. Kora przed kompostowaniem zostaje rozdrobniona do średnicy cząstek poniżej 5 mm. Przy formowaniu przym kompostowych dodaje się azot w formie mocznika lub saletry oraz komponenty organiczne o dużej ilości azotu. W celu przyspieszenia kompostowania poprzez uczynienie procesów mikrobiologicznych dodaje się aktywny osad z oczyszczalni ścieków zakładów celulozowych. Przy utrzymaniu 65–70% wilgotności i okresowego przerabiania przym otrzymuje się po 3–4 miesiącach dojrzały kompost [Ostalski 1972]. Może on być produktem handlowym, jeżeli dawka azotu amonowego i azotanowego nie przekracza 300 mg na 1 dm<sup>3</sup>. Komposty z kory drzew iglastych, jeśli mają być użyte w produkcji roślin wymagających odczynu obojętnego lub lekko zasadowego, wymagają odkwaszenia i wzbogacenia w łatwo dostępne formy wapnia, co przeprowadza się na podstawie krzywej neutralizacji oraz uzupełnienia w makro- i mikroskładniki. Kompost korowy zawsze wchodzi w skład mieszanek podłoży. Po zmieszaniu z torfem wysokim (ogrodniczym) otrzymuje się substraty torfowo-korowe, oznaczone literami STK. Produkuje się je w sposób przemysłowy. Przyjęto zasadę, że im większa wartość liczbowa oznaczenia substratu, tym zawartość soli mineralnych w danym substracie jest także większa, przy czym cyfry na ogół odpowiadają stężeniu soli w g/dm<sup>3</sup>. Na przykład krajowy substrat STK-1 – 1 g soli w 1 dm<sup>3</sup> podłoża, STK-2 zawiera 2 g soli w 1 dm<sup>3</sup>, a STK-3 – 3 g soli w 1 dm<sup>3</sup>. Odczyn i stosunek N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O są na ogół stałe w zależności od przeznaczenia danego substratu i dla roślin ozdobnych wynoszą 5,0–5,5 pH przy stosunku N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O jak 2:1:3. Oznaczenie cyfrowe substratu pozwala od razu ustalić jego przeznaczenie. Do wysiewu nasion, sadzonkowania lub uprawy roślin o dużej wrażliwości na zasolenie używa się substratu STK-1, do uprawy roślin o średniej tolerancji na zasolenie – STK-2, a dla roślin tolerancyjnych – STK-3. Wyraźnie korzystne wyniki uprawowe w wymienionych substra-

tach uzyskuje się poprzez dodanie starej, zwietrzalej, czyli przemrożonej, roztartej gliny w ilości 10–15% objętości substratu. Gлина zwiększa zawartość koloidów mineralnych w podłożu oraz ułatwia pobieranie wody i składników pokarmowych substratu.

Kompost korowy miesza się także z piaskiem, węglem brunatnym, popiołem z węgla kamiennego lub pumeksem. Ze względu na możliwość występowania sorpcji biologicznej azotu w początkowym okresie uprawy na podłożach z większym udziałem kompostu korowego trzeba na ogół wcześniej niż w uprawie na substratach torfowych rozpocząć zasilanie azotem. Należy je także częściej nawadniać, gdyż mają mniejszą pojemność wodną, przyczyniając się do zwiększenia strat łatwo wypłukiwanych składników pokarmowych.

Oprócz kompostu korowego jako dodatek do podłoży mogą służyć **trociny drzew iglastych**. Wykorzystywane są trociny świeże lub kompostowane, przede wszystkim w pojemnikowej produkcji drzew i krzewów iglastych. Przed użyciem muszą one być zneutralizowane za pomocą węgla wapnia ( $\text{CaCO}_3$ ).

W celu zmniejszenia zużycia torfu wysokiego dąży się do wykorzystania substancji organicznej z **odpadów komunalnych i przemysłowych**. Odpady mogą być kompostowane w przyzmacach oraz w urządzeniach zamkniętych, komorach lub bębnach obrotowych, zwanych biostabilizatorami, czyli w systemie „Dano” (tab. 22). W Polsce, jak dotychczas, tylko niewielka część odpadków przerabiana jest w systemie „Dano”. Komposty te mają zbyt wysokie pH, dlatego stosuje się je jako dodatek do ziem ogrodniczych, razem z innymi komponentami lub jako nawóz organiczny do poprawienia fizycznych właściwości gleb, w dawkach 30–80 t/ha. Komposty te mogą zawierać substancje toksyczne dla roślin i dlatego przed ich zastosowaniem należy przeprowadzić test biologiczny. Zastrzeżenia dotyczące użycia tych kompostów odnoszą się także do warunków sanitarno-epidemiologicznych i zagrożeń. Wśród producentów mają one jednak również swoich zwolenników.

Tabela 22

Skład kompostów ze śmieci i odpadków miejskich kompostowanych w stosach i biostabilizatorach systemem „Dano” [Kropisz 1970, ze Starcka 1993]  
Zawartość  $\text{N}_{-\text{NH}_4}$   $\text{N}_{-\text{NO}_3}$  P i K oznaczono w wyciągu kwasu octowego o stężeniu molowym  $0,03 \text{ mol/dm}^3$

Rodzaj kompostu	pH w $\text{H}_2\text{O}$	Zawartość wody [%]	Zawartość substancji organicznej w s.m. [%]	N ogólny [%]	$\text{N}_{-\text{NH}_4}$	$\text{N}_{-\text{NO}_3}$	P	K
					w $\text{mg/dm}^3$			
kompost ze stosów	6,7–7,7	21–44	12–17	0,48–0,86	37–52	80–127	92–334	328–532
kompost z biostabilizatora „Dano”	7,0–7,7	15–43	34–54	0,90–1,30	57–98	118–143	176–287	647–1154

W ogrodnictwie wykorzystywana jest także **uszlachetniona materia organiczna**. Przykładem stosunkowo taniej metody uszlachetniania materii organicznej jest poddanie jej przyżyciowej działalności dżdżownic. Uzyskuje się w ten sposób tzw. **biohumus**, który różni się znacznie od wyjściowego materiału organicznego. Biohumus to substancja organiczna o wysokiej jakości.

Wobec malejących tradycyjnych zasobów substancji organicznej, zwłaszcza torfu wysokiego, poszukiwane są coraz to nowe komponenty podłoży ogrodniczych, dotychczas nieużywane w tym celu. Należą do nich między innymi włókna drzewne, włókna kokosowe, łuska z owoców kakaowca i plewy ryżowe. **Włókna drzewne** w ilości 30 i 50% objętościowych okazały się odpowiednim dodatkiem do torfu, przydatnym do uprawy w szkółce różaneczników zawsze zielonych, odmian 'Nova Zembla' i 'Scintillation' [Schüll 1993]. Niektórzy specjaliści uważają, że włókna drzewne, np. Toresa lub Culti-Fibre mogą być alternatywą dla torfu (tab. 23).

**Włókna kokosowe** powstają z owoców (orzechów) palmy kokosowej (*Cocos nucifera* L.). Produkują się z nich maty (tab. 24), które wykorzystywano np. do uprawy gerbery. Największą zaletą włókna kokosowego są dobre właściwości powietrzno-wodne (pojemność wodna wynosi 70–80%, a powietrzna do 25%) i bardzo trwała struktura. Tę strukturę zawdzięcza ono obecności lignin, dzięki czemu jest podłożem sprężystym i powoli ulega rozkładowi. Sprzyja to wzrostowi korzeni i umożliwia przedłużenie, np. uprawy gerbery nawet do trzech lat (w innych podłożach trwa jeden rok, ewentualnie dwa lata). Włókna kokosowe mają także dobrą pojemność cieplną, nie zawierają patogenów i dobrze przyjmują ponowne nawilżanie. Jako podłoże organiczne jest przyjazne środowisku i może być ponownie wykorzystane jako dodatek do innych podłoży.

Wadą podłoża kokosowego jest duża zawartość sodu, potasu i chloru oraz znaczna koncentracja soli. Wiąże się to z akumulowaniem tych pierwiastków przez palmy rosnące zwykle w sąsiedztwie mórz i korzystające z zasolonej wody morskiej. EC włókna przeznaczonego dla ogrodnictwa może sięgać nawet 1,5 mS/cm i wówczas produkt musi być przemyty, tak aby EC zmniejszył do 0,5 mS/cm. Najlepsze jest włókno kokosowe doskonale oczyszczone, droższe od standardowego. Może być stosowane jako jednorodne lub z perlitem w stosunku objętościowym jak 2:1 [Lisiecka 2003].

**Łuska kakaowa** jest materiałem odpadowym przemysłu cukierniczego. Właściwości fizykochemiczne łuski kakaowej użytej w doświadczeniu z uprawą pelargonii pasiastej odmiany 'Susan Improved' przedstawiały się następująco: N-organiczny – 2,47% s.m.,  $N_{NH_4}^+$  – 43,4 mg/dm<sup>3</sup>,  $N_{NO_3}^-$  – 58,1 mg/dm<sup>3</sup>, P – 203,2 mg/dm<sup>3</sup>, K – 4144 mg/dm<sup>3</sup>, Mg – 340,8 mg/dm<sup>3</sup>, Ca – 73,4 mg/dm<sup>3</sup>, pH – 4,75, zasolenie – 1,5 g/dm<sup>3</sup>, węgiel – 38,4%, ciężar objętościowy – 59,2 g/cm<sup>3</sup>, ciężar właściwy – 1,97 g/cm<sup>3</sup>, pełna pojemność wodna – 331,1% s.m. [Lis-Krzyściń 1996]. Wykorzystywana jest zwłaszcza w produkcji roślin rabatowych, podobnie jak plewy ryżowe. W Stanach Zjednoczonych jako dodatek do podłoży stosowane są także łupiny z owoców orzecha ziemnego (*Arachis hypogaea* L.). Właściwości niektórych podłoży organicznych w porównaniu z torfem wysokim zestawiono w tabeli 25.

Materiały organiczne wykorzystywane są także do sporządzania **podłoży specjalnych**. Podłoże dla storczyków epifitowych zawiera m.in. mech torfowiec (*Sphagnum* sp.), np. dla *Phalaenopsis* do 1 m<sup>3</sup> kory sosnowej dodaje się 1 kg mchu, pocięte korzenie paproci długosz królewski lub paprotki zwyczajnej oraz liście odmiany czerwonolistnej buka pospolitego (*Fagus sylvatica* 'Purpurea'). Mech torfowiec i takie same liście dodawane są do podłoży epifitycznych roślin ananasowatych (*Bromeliaceae*). Korzenie paproci można pobierać tylko z roślin specjalnie do tego celu uprawianych, gdyż na stanowiskach naturalnych są one chronione.

Tabela 23

Właściwości kilku nowych podłoży w porównaniu z torfem wysokim [Fischer za Lisiecką 1994]

Podłoże	Gęstość (g/dm <sup>3</sup> )	pH (CaCl <sub>2</sub> )	Stężenie soli (g/dm <sup>3</sup> )	Zawartość składników pokarmowych (mg/dm <sup>3</sup> )	Unieruchomienie N	Rozkład	Porowatość (%)	Pojemność powietrzna (%)
Torf wysoki	40–80	2,5–3,5	≤0,4	≤50 ≤30 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ≤40 K <sub>2</sub> O	b. małe	powolny	95–98	16–58
Styromul	20	obojętny	0	0	0	b. powolny	98	97
Włókna kokosowe	55–125	4,5–6,2	≤1,5	≤5 N ≤200 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ≤200 K <sub>2</sub> O	małe do średniego	powolny	93–97	40–51
Włókna drzewne	60–130	3,5–6,0	0,1–1,0	mała	silne	szybki	92–96	53–76
Łuski ryżowe	90–120	6,0	0,6	10–30 N 30 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	małe	powolny	94–95	84–88

Tabela 24

Plonowanie odmian gerbery w macie kokosowej i substracie torfowym [Lisiecka 1995]

Odmiana	Liczba kwiatostanów z 1 m <sup>2</sup>		Długość szczytu (cm)		Średnica kwiatostanu (cm)	
	mała	torf	mała	torf	mała	torf
Aranka	108	80	58,3	61,2	10,3	9,4
Ferrari	110	118	57,0	55,6	9,8	9,8
Melody	92	104	58,0	60,7	11,2	10,7
Souvenir	114	82	58,9	59,5	11,1	10,5
Średnia	106,0	96,5	58,1	59,3	10,6	10,1

Tabela 25

Właściwości niektórych podłoży organicznych w porównaniu z torfem wysokim [Fischer 1996]

Podłoże	Gęstość (g/dm <sup>3</sup> )	pH (CaCl <sub>2</sub> )	Sole rozpuszczalne (g/dm <sup>3</sup> )	Składniki pokarmowe dostępne (mg/dm <sup>3</sup> )	Niedostępność azotu	Rozkład	Porowatość objętościowa (vol. %)	Pojemność powietrzna (vol. %)
Styromul	20	bez znaczenia, inertne	0	0	0	bardzo nieznaczny	98	97
Włókna kokosowe	55–125	4,5–6,2	≤1,5	≤5 N ≤200 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ≤2000 K <sub>2</sub> O	nieznaczna, przy dużym rozkładzie łusek umiarkowana	nieznaczny	93–97	40–53
Plewy ryżowe	90–120	≈ 6,0	0,6	10–30 N 30 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ≤600 K <sub>2</sub> O	nieznaczna	nieznaczny	94–95	84–88
Włókna drzewne	60–130	3,5–6,0 (zależnie od dodatku)	0,1–1,0 (do 2,0 zależnie od dodatku)	bez dodatku nieznaczne	silna	silny	92–96	53–76
Trociny	około 160	5,0	0,1	nieznaczne	średnia	nieznaczny średni	nie określona	nie określona
Torf wysoki słabo rozłożony	40–80	2,5–3,5	≤0,4	45 N 5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 20 K <sub>2</sub> O	bardzo nieznaczna	nieznaczny	95–98	16–58
Torf wysoki silnie rozłożony	120–250	2,5–3,5	≤0,4	45 N 5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 20 K <sub>2</sub> O	bardzo nieznaczna	nieznaczny	85–93	6–33

## 7.4. Hydroponiczne metody uprawy roślin ozdobnych

Bezglebowymi są także hydroponiczne metody uprawy roślin ozdobnych. Można je podzielić na dwie grupy: 1) korzenie roślin rozwijają się w pożywce płynnej lub w wilgotnym powietrzu nasyconym także składnikami mineralnymi (aeroponika), 2) korzenie roślin rozwijają się w podłożach inertnych (biernych), pozbawionych kompleksu sorpcyjnego.

**Uprawa roślin na pożywkach płynnych.** Stosowane są pożywki o różnym składzie. Skład pożywki w tzw. wrocławskiej uprawie hydroponicznej przedstawiono w tabeli 26. Przy uprawie tą metodą [Gumińska 1964] rośliny sadzi się do mieszanki torfu wysokiego z żużlem, która jest umieszczona na siatce rozpiętej nad pożywką (ryc. 10). Korzenie po przerośnięciu przez siatkę do pożywki czerpią z niej wodę i składniki mineralne. Część korzeni znajdująca się nad pożywką w mieszance torfu z żużlem dostarcza tlenu dla całego systemu korzeniowego. Do czasu przerośnięcia korzeni do pożywki rośliny należy podlewać pożywką. W miarę rozrostu systemu korzeniowego obniża się także poziom pożywki. Warstwa powietrza pomiędzy siatką a powierzchnią pożywki powinna wynosić około 10 cm. Rozrastające się korzenie wymagają dobrego napowietrzenia. Poszczególne gatunki roślin potrzebują pożywki o różnym stężeniu (tab. 27) i o zróżnicowanej temperaturze (tab. 28). Na pożywce kwaśnej (pH 5) lepiej rozwijają się: rośliny ananasowate, paprocie, begonie, cyklamen, cantedeskia. Dla pierwiosnków, chryzantem, szparagów, róży, goździków i groszku pachnącego odpowiednia jest pożywka o pH 6,5–7,0. pH pożywki należy sprawdzać co tydzień i jeśli jest zbyt wysokie, zakwaszać ją kwasem siarkowym lub fosforowym, a jeśli zbyt niskie, alkalizować przez dodanie wody amoniakalnej.

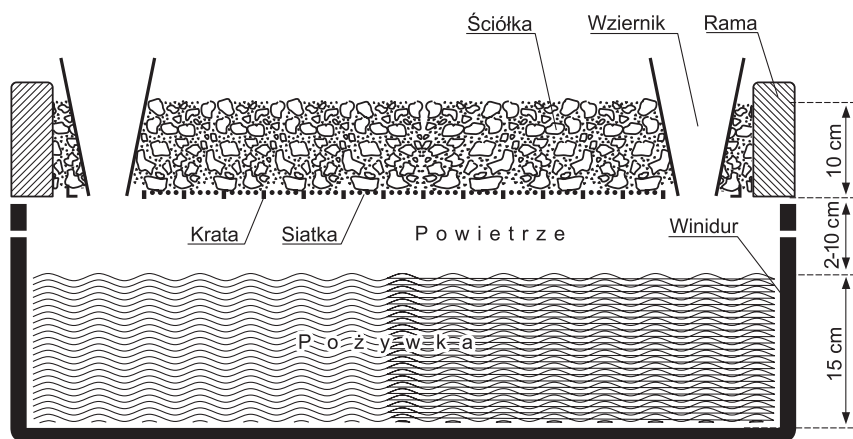
Tabela 26

Skład pożywki w modyfikacji Gumińskiej [1964] (w g/dm<sup>3</sup>wody)

Makroskładniki		Mikroskładniki	
KNO <sub>3</sub>	0,6	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,0006
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,7	MnSO <sub>4</sub>	0,0006
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0,1	ZnSO <sub>4</sub>	0,0006
Superfosfat	0,48	CuSO <sub>4</sub>	0,0006
MgSO <sub>4</sub>	0,28	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> · 4H <sub>2</sub> O	0,0006
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · nH <sub>2</sub> O	0,12		
Razem	2,28	Razem	0,0030

W Niemczech, w Weihenstephan opracowano metodę, w której pożywka jest przepompowywana ze zbiornika do basenu pod roślinami i dzięki temu napowietrzana, co zapewnia lepsze zaopatrzenie w tlen korzeni znajdujących się w pożywce (ryc. 11). Innym rodzajem są kultury zwirowe (ryc. 12). Rośliny rosną w basenach wodoszczelnych wypeł-

nionych żwiru. Na dnie basenu znajduje się rura odprowadzająca pożywkę do zbiornika. Pompa co pewien czas tłoczy pożywkę z basenu, podnosząc jej poziom do powierzchni żwiru. Baseny są wypełniane w ciągu 10–15 minut. Przed rozpoczęciem nowego cyklu uprawy żwir należy wymienić na świeży. Rośliny można również uprawiać w ziemi umieszczonej na warstwie żwiru, piasku i włóknistego torfu. Poziom wody utrzymywany za pomocą pływaka zapewnia jej dostęp do warstwy piasku (ryc. 13). W uprawach hydroponicznych co pewien czas należy kontrolować stężenie składników mineralnych pożywki i jej pH.



Ryc. 10. Schemat tzw. wrocławskiej uprawy hydroponicznej [Gumińska 1964]

Tabela 27

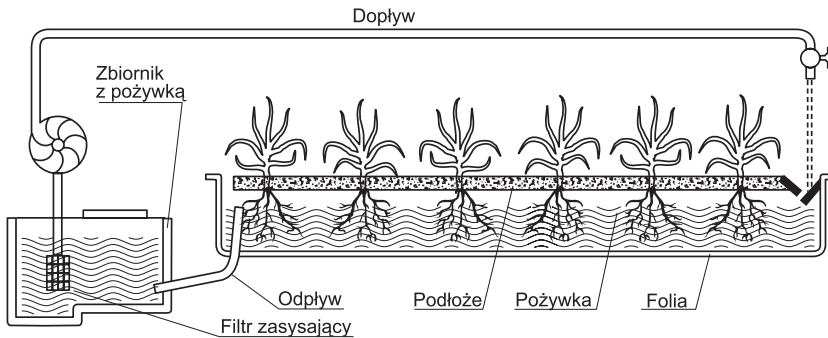
Podział roślin ozdobnych według wymaganego przez nie stężenia pożywki [Gumińska 1964]

Stężenie pożywki [g/dm <sup>3</sup> ]				
1	1,5-2	2	2-3	3
<i>Rhododendron</i>		<i>Anthurium</i>	<i>Asparagus setaceus</i> (syn. <i>A. plumosus</i> )	<i>Asparagus densiflorus</i> 'Sprengeri' (syn. <i>A. sprengeri</i> )
<i>Begonia</i>	<i>Freesia</i>	<i>Canna</i>	<i>Campanula</i>	<i>Chrysanthemum</i>
<i>Cactaceae</i>	<i>Gerbera</i>	<i>Cyclamen</i>	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	<i>Dianthus</i>
<i>Filicinae</i>				<i>Hydrangea</i>
<i>Gladiolus</i>	<i>Hyacinthus</i>	<i>Dahlia</i>	<i>Nicotiana</i>	<i>Zantedeschia</i>
<i>Lilium</i>	<i>Iris</i>		<i>Pelargonium</i>	
<i>Peperomia</i>	<i>Lathyrus</i>	<i>Viola</i>		
<i>Narcissus</i>	<i>Rosa</i>			
<i>Tulipa</i>				

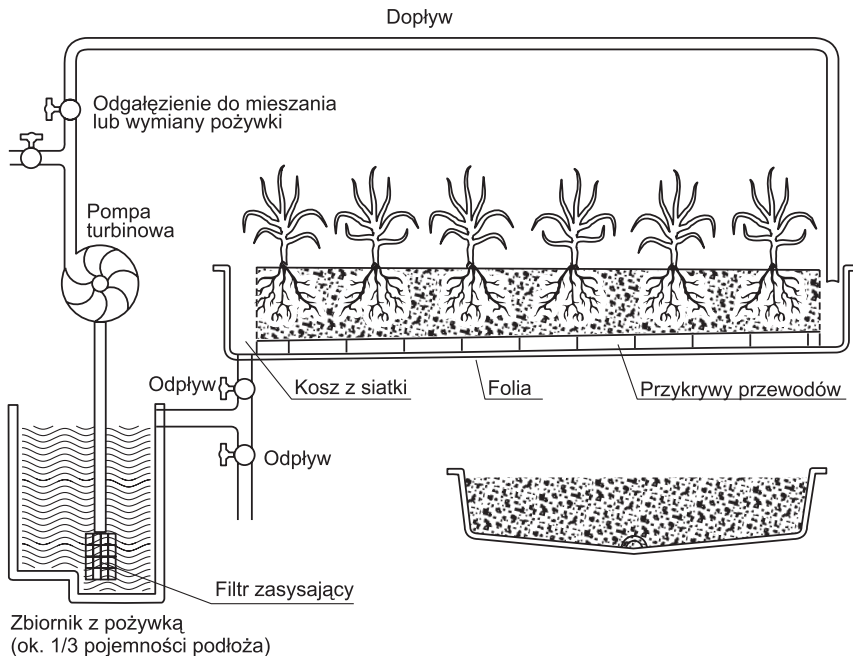


Optymalna temperatura pożywki [°C] dla roślin ozdobnych [Gumińska 1964]

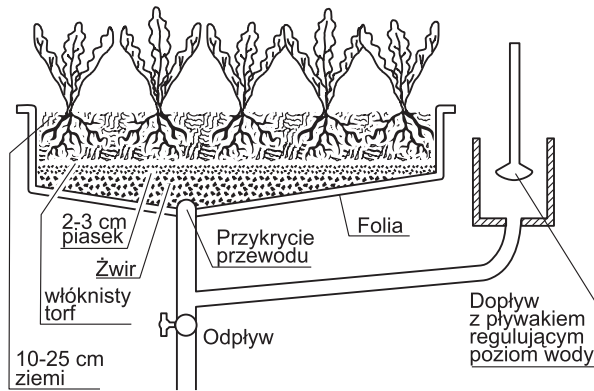
10–12	12–15	15–18	20–25	25–30
<i>Myosotis</i>	<i>Cyclamen</i>	<i>Chrysanthemum</i>	<i>Begonia</i>	Rośliny podzwrotnikowe
<i>Tulipa</i>	<i>Dianthus</i>	<i>Hyacinthus</i>	<i>Gerbera</i>	<i>Zantedeschia</i>
<i>Viola</i>	<i>Filicinae</i>	<i>Lilium</i>	<i>Rosa</i>	
	<i>Gladiolus</i>	<i>Narcissus</i>	<i>Zinnia</i>	
	<i>Mimosa</i>			



Ryc. 11. Schemat uprawy hydroponicznej z zastosowaniem wymuszonego obiegu pożywki [Starck 1993]



Ryc. 12. Schemat hydroponicznej uprawy zwirowej [Starck 1993]

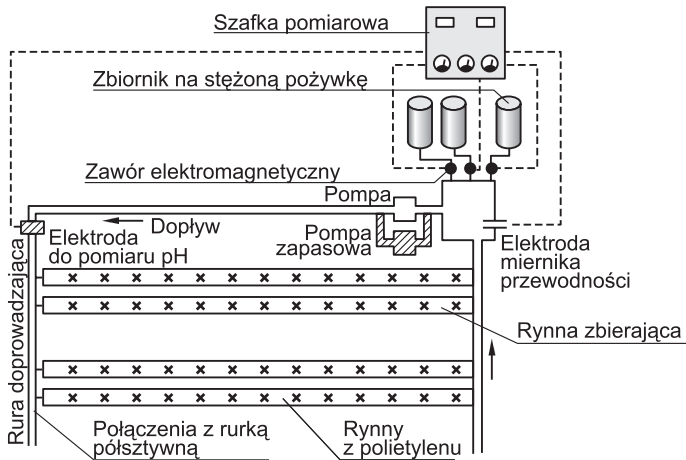


Ryc. 13. Schemat zmodyfikowanej uprawy hydroponicznej [Starck 1993]

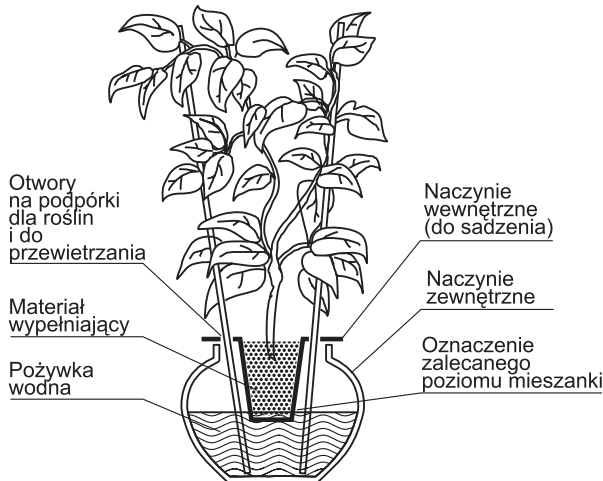
Znana jest także **metoda cienkowarstwowych kultur przepływowych (NFT)**. Rośliny sadzi się w małych cylinderkach wykonanych z pcv lub do kostek z wełny mineralnej i po ukorzenieniu ustawia się w rynnach z polietylenu, wewnątrz czarnego a z zewnątrz białego, o szerokości od 15 do 30 cm na betonie o spadku nie mniejszym niż 1%. Od góry doprowadzana jest pożywka, która przepływa przez rynnę cienką, kilkumilimetrową warstwą z szybkością nie mniejszą niż 1 dm<sup>3</sup> na minutę i zbierana jest w zbiorniku, z którego pompa z tworzywa sztucznego przepompowuje ją do górnej części rynien (ryc. 14). Nad zbiornikiem znajdują się pojemniki z tworzywa sztucznych ze stężoną pożywką i z kwasem fosforowym lub azotowym do regulacji pH pożywki. W zbiorniku zamontowane są elektrody miernika przewodności oraz pehametru połączonego przez szafkę sterowania z zaworami elektromagnetycznymi. Dzięki temu pożywka i jej pH utrzymywane są na możliwie stałym poziomie, optymalnym dla uprawianej rośliny. Metoda ta zużywa minimalne ilości podłoża, lecz stwarza niebezpieczeństwo szybkiego rozprzestrzeniania się chorób, którym trzeba zapobiegać lub je zwalczać przez dodawanie odpowiednich środków ochrony roślin do pożywki [Starck 1993].

W Europie Zachodniej metodą hydroponiczną na dużą skalę uprawiane są rośliny stosowane do dekoracji wnętrz. Używane są do tego **celu specjalne naczynia** składające się przeważnie z dwóch pojemników. Zewnętrzny, większy jest pojemnikiem na roztwór, w którym zanurzone są najdłuższe korzenie roślin. Pojemnik wewnętrzny o wielkości nie przekraczającej 1/3 objętości pojemnika zewnętrznego jest jakby wkładką z otworami w dnie i poszerzoną górną krawędzią, dzięki której opiera się o krawędź naczynia zewnętrznego. Naczynie wewnętrzne wypełnia się materiałem, który utwardza korzenie roślin i umożliwia im dostęp powietrza, a nie zawiera składników pokarmowych. Naczynie wewnętrzne zanurza się w pożywce na wysokość 1–5 cm (ryc. 15). Naczynia zewnętrzne mają kształt cylindryczny, doniczki (odwróconego stożka) i kulisty. W budynkach użyteczności publicznej używane są **naczynia czworoboczne** z wziernikiem, umożliwiającym kontrolę poziomu pożywki, szwajcarskiej firmy Luwasa. Jest to bowiem najważniejszy zabieg w tej metodzie uprawy. Za wysoki poziom pożywki utrudnia oddychanie korzeni i w skrajnych przypadkach może doprowadzić do zamierania roślin. Do przygotowania pożywki należy używać nawozów w pełni rozpuszczalnych w wodzie. W Niemczech używa się nawozu wieloskładnikowego Flory 9 Hydro, pro-

dukowanego specjalnie dla upraw hydroponicznych i innych systemów bezglebowych. Nawóz ten zawiera: 15% azotu, (10%  $N_{NO_3}$  i 5%  $N_{NH_4}$ ), 7% fosforu ( $P_2O_5$ ), 22% potasu ( $K_2O$ ) i 6% magnezu ( $MgO$ ) oraz mikroelementy: żelazo, bor, miedź, mangan, molibden i cynk. Nawóz ten nie zawiera wapnia, który w wodzie o twardości powyżej 10°n (°dH) jest w wystarczającej ilości dostępny dla roślin. Jeśli używa się wody bardzo miękkiej i miękkiej, wtedy wprowadza się wapń w formie azotanu wapnia  $Ca(NO_3)_2$ . Pożywkę należy wymieniać co 4–5 tygodni. Pielęgnację roślin w hydroponice ułatwia stosowanie nawozów o spowolnionym działaniu. Na przykład nawóz Lewatit HD-5 dostarcza roślinom składniki pokarmowe przez 6 miesięcy. Jeden litr tego nawozu zawiera: 18 g N, 7 g  $P_2O_5$ , 15 g  $K_2O$  i mikroelementy. Dawka nawozu 25–100 ml wystarcza roślinie na pół roku.



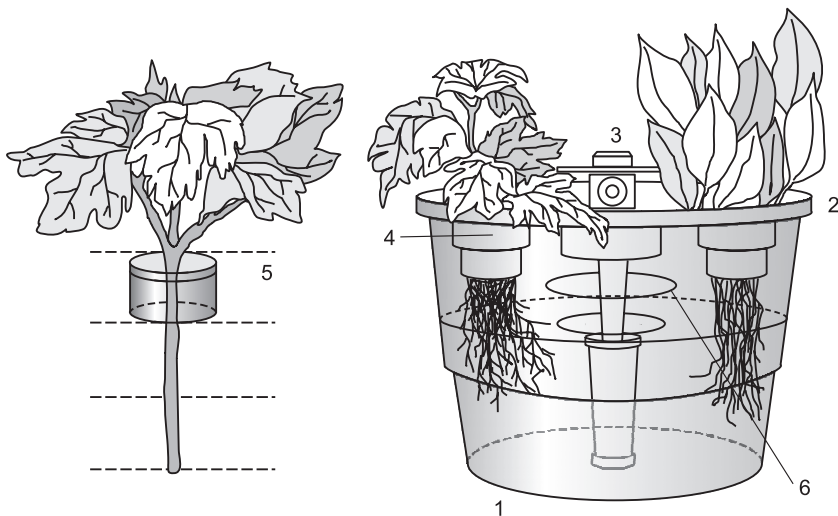
Ryc. 14. Schemat uprawy hydroponicznej metodą cienkowarstwowych kultur przepływowych – NFT [Starck 1993]



Ryc. 15. Schemat naczynia do uprawy hydroponicznej jednej rośliny [Schubert, Herwig 1990]

Rośliny do upraw hydroponicznych muszą być przygotowane także w systemach bezglebowych.

**Aeroponika** jest szczególnym przypadkiem uprawy bezglebowej. Podłożem jest tutaj powietrze nasycone parą wodną z zawartymi w niej składnikami mineralnymi (jonami). Aeroponika może być wykorzystana do rozmnażania niektórych gatunków i odmian roślin ozdobnych za pomocą sadzonek pędowych oraz do uprawy prawdziwych roślin atmosferycznych, czyli nie mających korzeni, np. oplątki brodaczkowatej [*Tillandsia usneoides* (L.) L.]. Soffer i Burger [1989] z dobrym wynikiem ukorzenili sadzonki figowca Benjamina i *Chrysanthemum* × *grandiflorum* 'Bright Golden Anne' w urządzeniu pokazanym na rycinie 16. Woda z dolnej części naczynia za pomocą rotacyjnego wirnika napędzanego silnikiem elektrycznym podnoszona jest do góry, tam tarcza (6) wytwarza z niej mgłę. Na odcinkach sadzonek „zanurzonych” w atmosferze mgły wytwarzają się korzenie przybyszowe. Górnych ulistnionych części sadzonek nie trzeba zamgławiać. W przypadku figowca Benjamina zamgławianie liści wpłynęło na zmniejszenie liczby ukorzenionych sadzonek. Rozwiązania techniczne urządzeń i pomieszczeń do ukorzenia sadzonek z wykorzystaniem aeroponiki mogą być rozmaite.

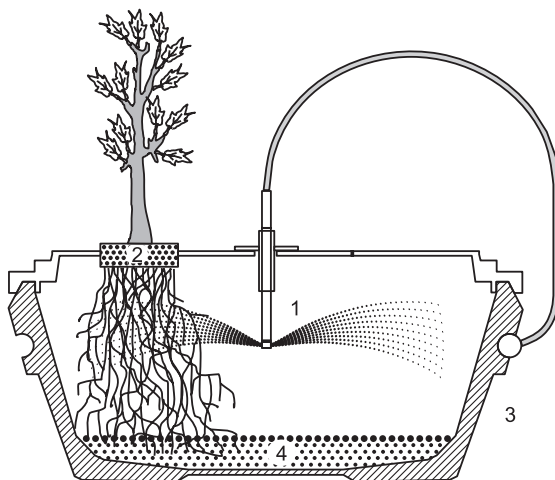


Ryc. 16. Schemat naczynia do uprawy aeroponicznej [Soffer, Burger 1989]

Nasycenie powietrza parą wodną do 95–98% komory przechowalni umożliwia ukorzenie się cebul tulipanów przechowywanych „na sucho” [Krause 1997].

W przypadku prawdziwych roślin atmosferycznych, np. wspomnianej oplątki brodaczkowatej, w okresie wzrostu zrasza się je co pewien czas pożywką dolistną, niezawierającą azotu. Oplątka pobiera wodę i rozpuszczone w niej składniki mineralne za pomocą tarczowatych włosków – trichomów.

W Holandii mnożarka aeroponiczna (ryc. 17) służy do rozmnażania niektórych roślin za pomocą sadzonek pędowych. Sadzonki umieszczone są w niewielkim bloczku podłoża sztucznego, a pożywka za pomocą „pistoletu” zakończony dyszą rozpylana jest na ich końce dolne w kanale uprawowym.



Ryc. 17. Schemat aeroponiki [Cecot 1992]

Aeroponika może być wykorzystana także do uprawy roślin ozdobnych na kwiat cięty. Większa część systemu korzeniowego rozwija się w mgłę pożywkowej. Dolna część korzeni, gdy się rozrośnie i wydłuży, bywa zanurzona w pożywce, gromadzącej się na dnach kanałów, skąd sphywa do zbiornika. Gotowa pożywka dociera bezpośrednio do korzeni, a zawarte w niej składniki mineralne są w pełni dostępne roślinom. Jest to szczególnie ważne w okresach dużego natężenia oświetlenia, gdy jednocześnie nadmiernie wzrasta temperatura podłoża i pożywkowej (np. w szklarniach bez regulacji klimatu). W wysokiej temperaturze obniża się ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie, co może prowadzić do „uduszenia” korzeni. Dodatkowe dotlenienie pożywkowej przeciwdziała temu niekorzystnemu zjawisku. Aeroponika i tak zapewnia dobre dotlenienie korzeni. Aeroponika zaliczana jest do zamkniętych systemów uprawy roślin w szklarniach [Cecot 1992].

## 7.5. Podłoża inertne

W uprawie roślin ozdobnych pod osłonami coraz częściej stosowane są podłoża inertne (bierne) nie wchodzące w reakcje chemiczne z pożywką. Stwarzają one natomiast optymalne warunki powietrzno-wodne dla systemów korzeniowych roślin. Obecnie, najczęściej jako podłoża inertne używane są następujące materiały: wełna mineralna, perlit, pumeks, pianka poliuretanowa, wełna szklana i keramzyt.

**Wełna mineralna** o nazwie **GRODAN** po raz pierwszy wyprodukowana została przez duńską firmę Grodania w 1969 r. Aktualnie produkowana jest w wielu innych krajach, w tym także w Polsce pod firmową nazwą **FLORMIN**. Jest to podłoże inertne najbardziej znane i rozpowszechnione na świecie. Produkowana jest ze skały bazaltowej lub diabazytowej z pewnymi dodatkami. Pokruszoną skałę miesza się z koksem i ogrzewa do temperatury ponad 1500°C. Po stopieniu materiał w formie cienkiego strumyka lawy wylewany jest na szybko obracające się walce, na których powstają włókna. Do włókien dodaje się lepiszcza i nawilzacza, a następnie sprasowuje się je do war-

stwy grubości 10–20 cm. Standardowa gęstość objętościowa takiego tworzywa wynosi 70–90 kg/m<sup>3</sup> (0,07–0,09 kg/dm<sup>3</sup>). Wełna składa się w 5% z fazy stałej (włókien) i w 95% z porów o różnej średnicy. Po nasączeniu maty pożywką i odcieknięciu jej nadmiaru – 65% wełny pozostanie wypełnione pożywką, a 35% powietrzem. Średnio, mata o objętości 10 dm<sup>3</sup> zatrzymuje po nasyceniu 6 dm<sup>3</sup> pożywki. Wełna jest hydrofilna. Woda i powietrze nie są rozmieszczone równomiernie w macie. Więcej wody znajduje się w jej dolnej części, a powietrza w górnej. Również korzenie roślin nie rozwijają się równomiernie w całej objętości maty. Grubsze korzenie, tzw. Wodne, lokują się w dolnej części maty, a cieńsze w górnej. Nie wpłynie to niekorzystnie na wzrost roślin, pod warunkiem, że nie nastąpi gwałtowna zmiana wilgotności w macie, w której utrzymywano w dolnej jej części 1–2 cm warstwę pożywki. W przeciwnym razie istniejący system korzeniowy ulega uszkodzeniu, a wzrost roślin zahamowaniu, aż do czasu utworzenia się nowych korzeni w innej warstwie maty. Uszkodzenie korzeni może także nastąpić przy zalaniu maty bez zapewnienia odpływu nadmiaru pożywki, np. gdy maty umieszczone są w skrzynkach i otwory odpływowe zostaną zatkałe przez system korzeniowy [Oświecimski 1996]. Ogólna zawartość składników w wełnie mineralnej wynosi: SiO<sub>2</sub> – 47, CaO – 16, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 14, Na<sub>2</sub>O – 2, K<sub>2</sub>O – 1, MnO – 1, MgO – 10, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 8 i TiO<sub>2</sub> – 1%. Składniki te z wyjątkiem wapnia w małym stopniu przechodzą do pożywki [Komosa 1995].

W 1990 r. firma Grodania opatentowała matę **Master** o zróżnicowanej gęstości, szczególnie przydatną do uprawy roślin ozdobnych. Mata ta w górnej części ma gęstość o 50% większą niż w dolnej. Przesiknięcie pożywki do górnej części maty jest dzięki temu lepsze i zwiększa się objętość strefy, w której rozwijają się tzw. korzenie wodne. Dostępność wody w wełnie mineralnej jest większa niż w większości innych podłoży ogrodniczych. Przy 1500 kPa podciśnienia, którą to siłą ssącą wytwarzają rośliny, nie ma praktycznie wody zatrzymywanej na powierzchni włókien [Oświecimski 1996].

Duży udział składników alkalicznych – wapnia, magnezu i sodu powoduje, że wełna ma odczyn alkaliczny, często pH wynosi 7,5 i musi być przed posadzeniem roślin zakwaszona. Używa się pożywki zakwaszonej kwasem azotowym lub fosforowym [Komosa 1995].

Najczęściej w produkcji ogrodniczej znajdują zastosowanie następujące wyroby z wełny mineralnej: a) multibloki (paluszki) o wymiarach 2,5×2,5×4 cm i 3,6×3,6×4 cm do wysiewów nasion pomidorów i papryki oraz ukorzenia sadzonek roślin ozdobnych; b) doniczki (kostki) o wymiarach 7,5×7,5×6,5 cm i 10×10×6,5 cm, każda indywidualnie opakowana w folię do produkcji rozsady warzyw oraz sadzonek gerbery i róży; c) maty uprawowe o długości 90, 100 lub 120 cm, szerokości 15 lub 20 cm i grubości standardowo 7,5 cm do uprawy warzyw i roślin ozdobnych [Oświecimski 1996].

**Perlit** produkowany jest z glinokrzemianów pochodzenia wulkanicznego. Są one mielone, a następnie ogrzewane do temperatury około 2000°C. Woda i gazy zawarte w pokruszonej skale gwałtownie odparowują i powstaje struktura jak „pop-corn”, bardzo lekka mineralna gąbka. Pojedyncze granulki mają średnicę od pyłu do około 6 mm z wieloma nieregularnymi powierzchniami i kanalikami zawierającymi powietrze. Perlit używany jest jako podłoże do ukorzenia sadzonek roślin. Wchodzi także w skład mieszanek używanych do tego samego celu lub do sporządzania podłoży dwuwarstwowych. Dolną warstwę takiego typu podłoża stanowi np. torf wysoki lub torf zmieszany z perlitem, a górną – sam perlit. Po ukorzeniu w perlacie – korzenie wrastają w dolną warstwę podłoża, które może być wzbogacone w składniki pokarmowe. Perlit może także

służyć do rozluźnienia podłoży używanych do tzw. docelowej produkcji roślin. Charakteryzuje się bardzo dobrym przesiąkaniem. Perlit jest lekki, 1 m<sup>3</sup> waży 140 kg (ciężar właściwy 0,14 kg/dm<sup>3</sup>), kruchy i nie pęczniejący pod wpływem wody. Pod wpływem gorącej pary wodnej ulega rozkładowi (rozklejaniu się), co uniemożliwia jego dezynfekcję przez parowanie, można go jednak dezynfekować przez prażenie na sucho. Odczyn perlitu jest zasadowy, pH wynosi 7,2–7,8. Gruboziarnisty perlit ma bardzo dużą pojemność powietrzną, ponad 60% objętościowych, a drobnoziarnisty tylko około 2%.

**Pumeks** jest to szkliwo wulkaniczne powstające w wyniku aktywności wulkanów. Jest to glinokrzemian zawierający pewne ilości potasu i sodu oraz niewielkie wapnia i magnezu. W celach ogrodniczych pumeks jest przesiewany, aby miał granulki o średnicy 2–6 mm. Porowatość jego wynosi 80%, czyli jest przydatny do uprawy roślin. Odnacza się bardzo dobrym przesiąkaniem. Stosuje się go w mieszankach z torfem lub korą.

**Pianka poliuretanowa** jest produktem zagospodarowania odpadów w przemyśle meblowym. Odpadowe pianki o różnej gęstości i wielkości porów są rozdrabniane i prasowane w maty o odpowiedniej gęstości. Po podgrzaniu do temperatury 120°C powstaje dość jednorodny, stabilny materiał nie zmieniający właściwości fizycznych przez wiele lat. Produkowane są także maty z nowej pianki, specjalnie do ogrodnictwa. Standardowa grubość mat z pianki wynosi 5–6,5 cm. Zasady uprawy roślin są zbliżone jak na wełnie mineralnej. Pianka poliuretanowa może być wykorzystywana przez pięć lat. Nadaje się do uprawy gerbery i innych roślin na kwiat cięty. Używana bywa także jako izolacja termiczna i akustyczna. W Polsce, w Poznaniu pianka produkowana jest pod nazwą Inert. Sprowadzana jest także pianka belgijska pod nazwą Agrofoam.

**Wata szklana** produkowana jest podobnie jak wełna mineralna, przede wszystkim dla celów izolacyjnych, lecz z piasku kwarcowego, a nie bazaltu. Piasek topiony jest w temperaturze 1400°C z dodatkiem kredy, a następnie przeciskany przez sita dla uzyskania włókien. Włókna o różnych wymiarach łączone są w maty o rozmaitej grubości i gęstości. Pojemność wodna waty szklanej jest około 20% mniejsza niż wełny mineralnej. Potrzebne są zatem wydajniejsze i precyzyjniejsze działające systemy nawadniające. Latem, gdy panuje wysoka temperatura, stosować należy 50% nadmiar pożywki (przelew) i nawadniać także w nocy.

**Keramzyt** otrzymuje się przez wypalanie glin o dużej zdolności pęcznienia w piecach obrotowych. Ma formę granulek o średnicy: 0,1–4 mm (jest to tzw. mieszanka), 4,1–8 mm, 8,1–16 mm i 16,1–32 mm. Dla róży odpowiednia jest granulacja 4,1–8 mm, a dla anturium uprawnego 8,1–16 mm. Keramzyt w odróżnieniu od wcześniej opisanych podłoży inertnych charakteryzuje się określoną pojemnością wymienną w stosunku do kationów, co może stwarzać pewne problemy, ale tylko w początkowym okresie produkcji [Oświecimski 1996]. Produkowany jest w dwóch gatunkach. Gatunek I zawiera dopuszczalnie: 1,5% siarki, 1% pyłów mineralnych, 0,5% zanieczyszczeń obcych i do 2% granulek nieforemnych. Gatunek II może zawierać odpowiednio: 2,5, 2, 1 i 3% [Komosa 1995]. Latem keramzyt wymaga bardzo precyzyjnego i niezawodnego nawadniania, czyli co najmniej 10–25 cykli nawodnieniowych w ciągu dnia, po około 30 cm<sup>3</sup> pożywki w każdym cyklu. Z powodu używania dużej ilości wody do nawadniania zaleca się podgrzewanie pożywki, aby nie obniżyć temperatury systemu korzeniowego



[Oświecimski 1996]. Keramzyt jest podłożem aseptycznym, łatwym do wymiany i dezynfekcji. W uprawie wielu roślin może zastąpić wełnę mineralną, watę szklaną i piankę poliuretanową. Może być także stosowany do uprawy roślin w systemie zamkniętym. Właściwości powietrzno-wodne zachowuje przez wiele lat.

W uprawie niektórych roślin ozdobnych, zwłaszcza epifitycznych storczyków i ananasowatych podłoże musi się odznaczać doskonałymi właściwościami fizycznymi, czyli powietrzno-wodnymi. W tym celu do jego podstawowej masy złożonej z materiałów organicznych dodawane są różnej wielkości składniki inertne, np. biolaston, grodan, keramzyt, perlit, styropian i wermikulit. **Biolaston** są to przężyste włókna długości około 40 mm, szerokości 0,7 mm i grubości 0,2 mm, wytworzone z chlorku poliwinylu. **Styropian** jest spolimeryzowanym na drodze chemicznej styrenem. Drobne frakcje styropianu to styromull. Jest to materiał bardzo lekki, trwały i całkowicie sterylny. Stosowany jest w formie granulki różnej wielkości lub płatków. Większe kawałki wykorzystuje się jako drenaż.

Od kilku lat gerberę w doniczkach oraz jednoroczne rośliny rabatowe uprawia się w podłożu o nazwie **Growcube**. Są to kawałki wełny mineralnej o objętości 1 cm<sup>3</sup>. Przy uprawie w tym podłożu konieczne jest częste podlewanie roślin. Latem gerbera powinna być nawadniana co pół godziny (w przypadku dotychczas stosowanych podłoży wystarcza dwa razy mniejsza częstotliwość), a zimą 6–8 razy dziennie. Growcube jest suchsze od torfu, który łatwo można nadmiernie uwilgotnić. Zbyt mokre podłoże jest częstą przyczyną słabego wzrostu gerbery. Okres produkcji gerbery w tym nowym podłożu był krótszy; miały one wyraźnie dłuższe i grubsze szypuły oraz większe kwiatostany. Mniejsze wymiary osiągnęły liście. Growcube uznano za lepsze podłoże niż substrat torfowy. Nie było natomiast istotnych różnic między tradycyjnymi produktami z wełny mineralnej a tym podłożem, gdyż pochodzenie obu materiałów jest podobne. W Holandii pojawili się zdecydowani zwolennicy Growcube. Większość uważa jednak, że są potrzebne dalsze badania, aby podłoże to mogło być stosowane powszechnie [Sendek 1997 b].

### *Zalety uprawy roślin w podłożach inertnych*

Według specjalistów zajmujących się podłożami i ich wpływem na wzrost roślin, gleba nie jest idealnym podłożem do intensywnych upraw ogrodniczych pod osłonami. Struktura gleby jest zmienna. Kłopotliwa i kosztowna okazuje się wymiana roślin, które przestały być ekonomicznie efektywne na nowe. W glebie bardzo trudno zapewnić właściwy dostęp tlenu do systemu korzeniowego przy nieograniczonej dostępności wody i składników pokarmowych. Gleba ma często niższą temperaturę niż powietrze w szklarni, co hamuje rozwój systemu korzeniowego i wzrost roślin. W glebie rozwijają się liczne grzyby chorobotwórcze.

**Podłoża sztuczne (inertne) mają liczne zalety** w porównaniu z glebą:

1. Pozwalają na pełną kontrolę dopływu tlenu, wody i składników pokarmowych do systemu korzeniowego roślin.
2. Dają się łatwo nasączać wodą (pożywką), po czym zachowują optymalne proporcje wody i powietrza w strefie systemu korzeniowego.
3. Są lekkie (gęstość poniżej i około 100 kg/m<sup>3</sup>) i łatwe do rozłożenia w szklarni, co pozwala na szybką wymianę roślin.
4. Podczas rozpoczęcia uprawy są wolne od patogenów, a większość z nich może być łatwo i tanio odkażana termicznie przed ponownym użyciem.



5. Są obojętne chemicznie, praktycznie nie zawierają żadnych składników pokarmowych i nie reagują ze składnikami mineralnymi dostarczonymi z pożywką. Daje to możliwość precyzyjnego nawożenia, zgodnie z potrzebami pokarmowymi uprawianych roślin.
6. Są jednorodne. Dzięki temu system korzeniowy każdej rośliny rozwija się w takich samych warunkach, co jest praktycznie nieosiągalne przy uprawie w glebie i podłożach organicznych.
7. Umożliwiają zastosowanie systemów nawożenia i nawadniania (fertygacji) w układzie zamkniętym.
8. Umożliwiają prowadzenie kultur cienkwarstwowych (NFT), czyli zmniejszenie zużycia podłoża na jedną roślinę.
9. Umożliwiają uzyskiwanie plonów, często wielokrotnie wyższych w stosunku do upraw tradycyjnych, o optymalnej jakości (niezanieczyszczonych azotanami, azotynami lub metalami ciężkimi) przy zmniejszeniu o 30–50% zużycia wody i nawozów. Wzrost wysokości i jakości plonów w pełni pokrywa dodatkowe nakłady związane z technologią uprawy w tych podłożach.

Najczęściej stosowanym dotychczas podłożem jest wełna mineralna (80–90%). W Polsce w 1995 r. uprawy na podłożach inertnych obejmowały około 300 ha. Wśród roślin ozdobnych w wełnie mineralnej uprawia się przede wszystkim gerberę i różę. Ostatnio coraz większą uwagę zwraca się na wykorzystanie waty szklanej i keramzytu [Oświecimski 1996, Komosa 1995].

#### **Wadami podłoży inertnych są:**

1. Wysokie nakłady inwestycyjne w pierwszym roku uprawy.
2. Konieczność opanowania dodatkowej wiedzy przez producentów w związku ze stosowaniem najnowszych osiągnięć technicznych (w tym także komputeryzacji) w zakresie przygotowywania pożywek, ich dozowania oraz kontrolowania parametrów środowiska korzeniowego i atmosfery szklarniowej [Komosa 1995].
3. W Holandii, gdzie uprawa roślin na wełnie mineralnej jest już mocno rozpowszechniona, w 1996 r. pojawiła się nowa choroba gerber, nazwana cukrową zgnilizną. Ogólne straty wynikające z występowania tej choroby w Holandii szacowano na początku 1997 r. na 9 mln NLG. Wypadki roślin w poszczególnych gospodarstwach wynosiły od kilku do stu procent, zależy to między innymi od odmiany. Pierwsze chore rośliny zaobserwowano już po 2 tygodniach od sadzenia, a czasem dopiero po rocznej uprawie. Na powierzchni młodych, nie kwitnących roślin tworzy się słodkawa wydzielina, a następnie pojawiają się muszki owocowe. U starszych okazów w miejscu wyłamywania szypuł kwiatostanowych pojawia się biały, gąbczasty wysięk. Rośliny więdną i obumierają. Gnijące tkanki wydzielają słodkawy zapach.

Z porażonych okazów izolowano grzyba drożdżoidalnego *Geotrichum candidum* i dwie bakterie. Rośliny gerber, zakażone w warunkach doświadczalnych wyizolowanymi organizmami nanoszonymi pojedynczo lub razem nie wykazywały objawów chorobowych. Natomiast gdy wydzielinę z ran przeniesiono na rośliny zdrowe, to już po 3 dniach pojawiły się symptomy choroby i rozwijały się muszki owocowe. Po upływie tygodnia zgnilizna wystąpiła na 70% zainokulowanych gerber, czyli rozwijała się bardzo szybko.

Brak zatem jednoznacznej odpowiedzi, jakie czynniki powodują tę chorobę. Badania są kontynuowane. Pojawiły się także hipotezy, że jej przyczyną mogą być zabu-

rzenia fizjologiczne u roślin uprawianych na podłożu inertnym. Według zaleceń holenderskich występowanie choroby może być ograniczane poprzez nieuprawianie odmian wrażliwych, np. 'Favorit' i 'Sandra', usuwanie i palenie chorych roślin bezpośrednio po zauważeniu objawów, odkażanie roztworem podchlorynu sodu w stężeniu 3% miejsca, gdzie uprawia się gerberę i w stężeniu 10% – podpórki do kapilar [Orlikowski i Owczarek 1997].

4. W Holandii **na różach produkowanych z użyciem podłoża inertnego pojawił się grzyb *Gnomonia radicola***. Powoduje on zgniliznę korzeni. Na organach nadziemnych roślin następuje żółknięcie i brązowienie liści, a w końcu ich opadanie. Najmłodsze liście nie są podzielone; gdy żółkną ich nerwy, pozostają zielone. Czasami, zwłaszcza podczas ciepłych i słonecznych dni, więdną młode pędy. Sporadycznie obumierają całe rośliny. Porażone rośliny rosną słabiej, mają mniej pędów kwiatostanowych, które są krótsze i cieńsze oraz mniejsze liście. Straty w produkcji mogą sięgać pięćdziesięciu procent. Doświadczenia przeprowadzone z odmianą 'Kiss' wykazały, że skutecznie zwalczał chorobę fungicyd Bavistan 50FL (nie jest zarejestrowany w Polsce, substancją aktywną jest tu karbendazym; ten sam związek znajduje się na przykład w Funabenie), w dawce 50 ml roztworu wprowadzany bezpośrednio do podłoża, czyli do wełny mineralnej przez system kapilarny. Sporgon 50WP w takiej samej dawce był tylko nieco mniej skuteczny. Sporgon zarejestrowany jest w Polsce do stosowania w uprawie pieczarek, zawiera 50% soli kompleksowej podchlorynu i manganu. Sportak 45EC dopuszczony u nas do ochrony roślin ozdobnych zawiera 45 g podchlorynu [Sendek 1997 a].

## 7.6. Odczyn podłoża

Odczyn podłoża określa się wskaźnikiem pH. Jest to miernik stopnia zakwaszenia, może przyjmować wartości od 0 do 14, a w podłożach około 3–10. Różnica wskaźnika pH o jednostkę, np. 6,0 a 7,0 oznacza, że podłoże o pH 6,0 jest 10-krotnie kwaśniejsze niż o pH 7,0.

Odczyn podłoża lub gleby decyduje w dużym stopniu o wynikach produkcji roślin ozdobnych. Wymagania roślin w odniesieniu do tego czynnika są zróżnicowane (tab. 34), a dla gatunków kwasolubnych (acidofilnych) mają znaczenie pierwszorzędne. **Większość gatunków potrzebuje odczynu słabo kwaśnego**, niektóre, np. goździki, róże, pewne gatunki chryzantem, cantedeskia, frezja, pelargonja ogrodowa, wilczomlec piękny, begonia stale kwitnąca, szparag gęstokwiatowy, lak pachnący czy tulipany – obojętnego do lekko zasadowego, a rośliny wrzosowate (wrzosy, wrzośce, różaneczniki i inne), większość gatunków paproci, storczyków i roślin ananasowatych – bardzo kwaśnego. **Gleby lub podłoża o odczynie zasadowym wymagają gipsówki**: wytworna (*Gypsophila elegans* M.B.), wiechowata (*G. paniculata* L.), rozesłana (*G. repens* L.) i rogownicowata (*G. cerastioides* D. Don). Rosną one najlepiej na glebach wapiennych i stanowiskach słonecznych. Glebę z dużą zawartością wapnia przedkładają także maki: polny (*Papaver rhoeas* L.), lekarski (*P. somniferum* L.), syberyjski (*P. nudicaule* L.), wschodni (*P. orientale* L.) i przykwiatkowy (*P. bracteatum* Lindl.); dziewięcił: bezłodygowy (*Carlina acaulis* L.) i akantolistny (*C. acanthifolia* All.); miłki: wiosenny (*Adonis vernalis* L.) i amurski (*A. amurensis* Rgl. et Radde); dzwonek równolistny (*Campanula isophylla* Moretti), wyżlin większy (*Antirrhinum majus* L.); zatrwiany: wrębny (*Limonium*

*sinuatum* (L.) Mill.) i Suworowa (*L. suworowii* O. Kunze); driakiew purpurowa (*Scabiosa atropurpurea* L.); wilce: purpurowy (*Ipomoea purpurea* (L.) Roth), trójbarwny (*I. tricolor* Cav.), bluszczowy (*I. hederacea* Jacq.), szkarłatny (*I. coccinea* L.) i pospolity (*I. quamoclit* L.); groszek pachnący (*Lathyrus odoratus* L.); akanty: długolistny (*Acanthus hungaricus* (Borbás) Baen.; syn. *A. longifolius* Host non Poir.) i miękki (*A. mollis* L.); czosnki: olbrzymi (*Allium giganteum* Rgl.), złocisty (*A. moly* L.), narcyzowy (*A. narcissiflorum* Vill.), kazachstański (*A. oreophilum* C.A. Mey.) i neapolitański (*A. neapolitanum* Cirillo); kopytnik pospolity (*Asarum europaeum* L.); marzanka wonna (*Galium odoratum* (L.) Scop.; syn. *Asperula odorata* L.); cyklameny gruntowe: dyskowaty (*Cyclamen coum* Mill.), europejski (*C. purpurascens* Mill.) i neapolitański (*Cyclamen hederifolium* Aiton; syn. *C. neapolitanum* Ten.); dyptam jesionolistny (*Dictamnus albus* L.); mikołajki: alpejski (*Eryngium alpinum* L.), ametystowy (*E. amethystinum* L.) i płaskolistny (*E. planum* L.); goryczki: wiosenna (*Gentiana verna* L.) i Kluzjusza (*G. chusii* Perr. et Song.); posłonki: włoski (*Helianthemum oelandicum* (L.) DC. subsp. *italicum* (L.) Font Quer et Rothm.), kutnerowaty (*H. nummularium* (L.) Mill.) i ogrodowy (*H. ×hybridum* hort.); ciemiernik biały (*Helleborus niger* L.); inkarwillee: Delawaya (*Incarvillea delavayi* Bur. et Franch.) i zwarta (*I. compacta* Maxim.); szarotka alpejska (*Leontopodium nivale* (Ten.) A. Huet ex Hand.-Mazz. subsp. *alpinum* (Cass.) Greuter; syn. *L. alpinum* Cass.); łubin trwały (*Lupinus polyphyllus* Lindl.); mokrzyce: trawolistna (*Minuartia graminifolia* (Ard.) Jav.) i modrzewiolistna (*M. laricifolia* (L.) Sch. et Th.); miechunka rozdęta (*Physalis alkekengi* L.); górskie gatunki pięciorników: lśniący (*Potentilla nitida* L.), krwisty (*P. atrosanguinea* Lodd. ex D. Don) i nepalski (*P. nepalensis* Hook.); szalwie bylinowe: omszona (*Salvia nemorosa* L.), łąkowa (*S. pratensis* L.); skalnice: Bursera (*Saxifraga burseriana* L.), macedońska (*S. sancta* Grieseb.), liścieniolistna (*S. cotyledon* L.) i Hosta (*S. hostii* Tauch); dziewanna ogrodowa (*Verbascum ×hybridum* hort.); migdałek trójklapowy (*Prunus triloba* Lindl.); wiśnie: gruczołkowata (*Prunus glandulosa* Thunb. ex Murray) i piłkowana (*P. serrulata* Lindl.); lilak pospolity (*Syringa vulgaris* L.) i jego odmiany.

Większość roślin ozdobnych znoszących odczyn słabo kwaśny, obojętny lub lekko zasadowy odznacza się dość znaczną tolerancją na zakres wartości pH.

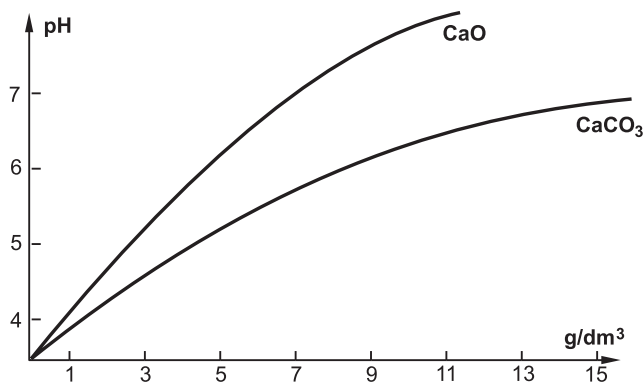
	pH	
	14,0	
	13,0	
Alkaliczny	12,0	Szkodliwy
	11,0	
	10,0	
	9,0	
	8,0	
	7,2	
Obojętny	7,0	
	6,8	
Lekko kwaśny	6,0	Zakres optymalny dla większości roślin
	5,7	
Kwaśny	5,0	
	4,5	
	4,0	
	3,0	
Silnie kwaśny	2,0	
	1,0	Szkodliwy
	0,0	

**Mało elastyczne na zmiany pH są rośliny acidofilne, czyli kwasolubne, wymagające odczynu bardzo kwaśnego i kwaśnego.** Są to przede wszystkim rośliny wrzosowate i niektóre paprocie, które w swojej ojczyźnie także występują na glebach bardzo kwaśnych. Niemiecki fizjolog Faber w 1925 r. [Faber 1925] podał wiadomość o występowaniu kilku gatunków roślin wrzosowatych na siedliskach o odczynie ekstremalnie kwaśnym. Różaneczniki: jawański [*Rhododendron javanicum* (Bl.) Benn], malajski (*R. malayanum* Jack) i skrytokwiatowy [*R. retusum* (Bl.) Benn], borówka różnolistna [*Vaccinium varingifolium* (Bl.) Miq.], golteria białoowocowa (*Gaultheria leucocarpa*) oraz kilka gatunków paproci – przedstawiciele wysokogórskiej flory Jawy rosły tam na **brzegach solfatarów, czyli siedlisk zawierających bardzo dużo siarki i glinu.** W minerale ze starego solfataru Idjen oznaczono 55,74% siarczanu glinu  $Al_2(SO_4)_3$ . W 1 dm<sup>3</sup> wody z tego solfataru było 47,734 g  $-SO_4$ . Temperatura gleby na brzegu solfataru, w strefie systemów korzeniowych roślin dochodziła do 75°C. Na korzeniach wytwarzała się gruba warstwa korka, chroniąca je przed przegrzaniem. pH solfataru Salaka wynosiło 1,0! Tymczasem wiadomo, że rośliny kwiatowe (nieacidofilne) nie znoszą już pH 3,0. Faber [1925] wykazał, że rośliny zespołu solfatarowego chronią się przed szkodliwym oddziaływaniem kwasu siarkowego obfitym pobieraniem glinu. W popiele niektórych występujących tam roślin oznaczono aż 68% tlenku glinu  $Al_2O_3$ . Faber [1925] nazwał te rośliny aluminiumolubnymi (glinolubnymi) lub „aluminiumowymi”. Na opisanych siedliskach nie rósłby zapewne żaden ze znanych nam gatunków roślin. Dla większości gatunków roślin uprawnych najodpowiedniejszy okazał się zakres stężeń glinu od 0,5 do 5 ppm (0,00005–0,0005% s.m.). Ta duża ilość glinu nie pozostaje zapewne bez wpływu na metabolizm roślin wrzosowatych, ale na pewno im nie szkodzi, gdyż w warunkach takich rozwijają się prawidłowo [Czekalski 1988]. Buckman i Brady [1971] uważają, że różaneczniki jako przedstawiciele roślin wrzosowatych dlatego rosną na glebach bardzo kwaśnych i kwaśnych, „ponieważ najwidoczniej potrzebują znacznych ilości żelaza”, które występuje obficie w formie dostępnej dla roślin przy niskim pH i małej zawartości zasad w kompleksie sorpcyjnym (ryc. 6). W środowisku takim dostępne dla roślin są także: mangan, cynk, miedź i kobalt, a od pH około 5,0 również bor. Pozostałe składniki pokarmowe w glebie lub podłożu kwaśnym są słabo dostępne, dlatego rośliny wrzosowate muszą je otrzymywać niejako w nadmiarze, oprócz wapnia. Rośliny wrzosowate mają bowiem zdolność pobierania wapnia z kompleksu sorpcyjnego oraz z innych związków, z których inne rośliny uprawne nie mogą tego pierwiastka wykorzystać. Właśnie z powodu tego ogromnego powinowactwa do wapnia, czyli łatwości jego pobierania, muszą być one uprawiane na glebach bardzo kwaśnych i kwaśnych, aby nie korzystały z tego pierwiastka w nadmiarze, co prowadzi do zakłóceń w rozwoju, a jednym z jego objawów jest chloroza.

**Specyficzne wymagania roślin wrzosowatych w odniesieniu do pH** sprawiają, iż ich uprawa na dużą skalę, zwłaszcza tam gdzie gleba i woda są nieodpowiednie, wiąże się ze znacznymi kosztami. Do gleby lub podłoża należy wprowadzić dużo substancji organicznej, np. torfu wysokiego i przekompostowanej kory sosnowej, a wodę poddać zmiękczeniu. Poszukuje się także innych rozwiązań. Na przykład w **Niemczech wyhodowano podkładki dla różaneczników tolerujące podłoże do pH 7,0.** Są one strzeżone licencją. Odmiany na nich szczepione i znajdujące się w handlu opatrzone są specjalną etykietą z napisem „INKARHO” [Maethe 1997, Wawra 1997, Preil 1990].

### 7.6.1. Neutralizacja odczynu kwaśnego (wapnowanie)

Dość liczne gatunki roślin ozdobnych (wymienione wcześniej) wymagają odczynu obojętnego lub zasadowego. W Polsce, w dalszym ciągu, często stosowanym podłożem bądź składnikiem mieszanek podłożowych jest torf wysoki, o odczynie bardzo kwaśnym i kwaśnym, czyli nieodpowiednim dla wielu roślin. Dlatego należy podnieść jego pH. Służy do tego celu metoda oparta na wyznaczeniu krzywej neutralizacji. Próbkę podłoża miesza się z rosnącymi dawkami nawozu wapniowego (w formie węglanowej lub tlenkowej), dokonując pomiaru pH tych próbek i wykreślając krzywą wyrażającą zależność pH próbek od rosnących dawek nawozu. Z krzywej odczytuje się dawkę nawozu potrzebną do uzyskania określonego pH podłoża (ryc. 18). Metoda ta pozwala na uzyskanie optymalnego pH na stosunkowo krótki okres (kilka do kilkunastu tygodni). Potrzebna jest zatem okresowa kontrola pH podłoża i odpowiednia ingerencja [Bres i in. 1997].



Ryc. 18. Krzywa neutralizacji torfu wysokiego [Bres i in. 1997]

Aby podnieść pH o jednostkę, potrzeba około 1–3 kg CaCO<sub>3</sub> na 1 m<sup>3</sup> podłoża, tym więcej im bardziej jest ono zbuforowane. Dodatki takie, jak piasek, perlit, a w mniejszym stopniu włóknisty torf wysoki i słabo przekompostowana kora, zmniejszają buforowość podłoża. Ziemia mineralna, zwłaszcza ciężka, obornik, mocno przekompostowana kora, torf niski i rozłożony torf wysoki podnoszą buforowość.

### 7.6.2. Obniżanie pH

Jeśli pH jest za wysokie, można je obniżyć, dodając kwaśny torf wysoki albo siarkę w formie pylistej. Jej działanie jest jednak powolne, gdyż musi zostać najpierw utleniona przez drobnoustroje glebowe. Czas reakcji wynosi 2–3 miesiące przy temperaturze minimum 16°C. Efekt jest jednak długotrwały. Szybszy rezultat można osiągnąć, stosując siarczan żelazawy, a najszybszy – siarczan glinu. Aby obniżyć pH z 7 do 6, potrzeba 0,6 kg/m<sup>3</sup> siarki lub 1,7 kg/m<sup>3</sup> siarczanu glinu.

Rośliny stosowane obecnie jako ozdobne pochodzą z rozmaitych siedlisk, gdzie rosły w glebie naturalnej, a ich systemy korzeniowe miały możliwość rozrastania się swobodnego. Te pochodzące z obszarów ciepłych po wprowadzeniu do uprawy nie mogły zimować w gruncie, dlatego przynajmniej zimą musiały przebywać w pomieszczeniu. Niezbędna zatem była ich uprawa w różnego rodzaju przenośnych pojemnikach. Tymi roślinami były, np. palmy, draceny, juki, figowce i wiele innych. Z czasem zaczęto uprawiać w pojemnikach, zwanych doniczkami, wiele innych roślin ozdobnych. Pewne gatunki, np. cyklameny uprawia się w doniczkach aż do dojrzałości handlowej, inne tylko przejściowo, w najmłodszych fazach rozwojowych, po czym sadi się je luzem w podłoże na zagonach pod osłonami lub w gruncie. Rośliny uprawiane w pojemnikach w ciągu całego cyklu produkcyjnego nazwano doniczkowymi. Mogą one być transportowane bez większych problemów nawet na duże odległości. Służą do dekoracji rozmaitych wnętrz, balkonów, tarasów, werand, grobów itp. Również niektóre rośliny przeznaczone na kwiaty cięte bywają uprawiane w pojemnikach. Są nimi np. pewne storczyki, gerbera i lilie. Pojemność naczyń jest zawsze mniejsza niż gleby naturalnej, dlatego rośliny, zwłaszcza te większe o rozbudowanym systemie korzeniowym mają w pojemnikach gorsze warunki do wzrostu i rozwoju. Dlatego niezbędne jest zapewnienie im odpowiedniego podłoża, żywienia i pielęgnacji oraz zwiększania objętości naczyń wraz z ich rozrastaniem się. Dla dużych roślin wieloletnich uprawa w pojemnikach jest złem koniecznym. Rośliny, nawet wieloletnie, lecz o niewielkich systemach korzeniowych, zbudowanych z delikatnych korzeni często się odnawiających, np. sępolia fiołkowa (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.) czy soleirolia rozesłana [*Soleirolia soleirolii* (Req.) Dandy] znajdują w doniczkach wystarczająco korzystne warunki do rozwoju. Rośliny większe o rozbudowanych systemach korzeniowych czasami celowo się uprawia w pojemnikach mniejszych, bo dysponując gorszymi warunkami wcześniej wchodzi na przykład w okres kwitnienia (obrona gatunku przed zagładą), co było założeniem ogrodnika, bo skróciło cykl produkcji.

W historii rozwoju kwiaciarstwa naczynia dla roślin przeszły długą drogę rozwojową. Najpierw dominowały **naczynia drewniane**, używane przede wszystkim dla dużych roślin dekoracyjnych, na zimę przenoszonych do oranżerii. Zaopatrzone były one w masywne uchwyty. Później, przez długie lata (w niewielkiej skali do dzisiaj) dominowały **doniczki ceramiczne** wyrabiane z gliny. Mają one kształt odwróconego ściętego stożka, gdzie kąt zewnętrzny między ścianą doniczki a dnem wynosi 76–78°. Taki kształt umożliwia swobodne wyjmowanie rośliny wraz z podłożem i systemem korzeniowym oraz wkładanie doniczek jedna w drugą, co ułatwia ich magazynowanie i przenoszenie. Górna krawędź doniczki jest pogrubiona i nosi nazwę kołnierza. Doniczki ceramiczne mają swoje rozmiary – od górnej średnicy 3 do 24 cm. Najmniejsze doniczki mają średnicę 3 cm i oznaczają się jako nr 3. Średnica doniczki każdego z następnych numerów,

aż do nr 16, jest większa od doniczki poprzedniego numeru o 1 cm. Od numeru 16 do 24 różnice między średnicami wynoszą 2 cm. Wysokość doniczek jest taka sama jak średnica lub o 1 cm mniejsza. Dzięki ścisłej numeracji doniczki ceramiczne mają określoną pojemność, co ułatwia zaplanowanie odpowiedniej ilości podłoża, wody i nawozów. Pojemność doniczki nr 6 (średnica mierzona w górnej wewnętrznej krawędzi) wynosi około 110 cm<sup>3</sup>, doniczki nr 10 – około 500 cm<sup>3</sup>, a doniczki nr 13 – około 1100 cm<sup>3</sup>. Do pędzenia cebul hiacyntów, uprawy róż i palm używano doniczek węższych, a wysokich. Doniczki ceramiczne dzięki porowatym ściankom umożliwiają swobodne parowanie wody i przenikanie powietrza do korzeni. Są natomiast ciężkie i łatwo się tłuką. Dla roślin epifitycznych, np. wielu paproci, storczyków, ananasowatych używa się doniczek (koszyczków) ażurowych, wykonanych z drewnianych listewek, pędów bambusowych lub z nierdzewnego drutu.

Obecnie dominują **doniczki plastikowe**, wyrabiane z tworzywa o dużej plastyczności i wytrzymałości na zniszczenie oraz bardzo lekkiego. Możliwa stała się produkcja doniczek o rozmaitych kształtach, rozmiarach, pojemności i barwie. Doniczki te wskutek parowania tracą mniej wody niż ceramiczne, a do wyprodukowania 1 g suchej masy rośliny w nich rosnące zużywają przeciętnie około 340 ml wody, a w ceramicznych – około 630 ml. Doniczki te łatwo się także dezynfekuje przed ponownym wykorzystaniem. Asortyment naczyń z tworzyw sztucznych do uprawy roślin ozdobnych w różnych celach jest ogromny (demonstracja na ćwiczeniach). Niektóre rośliny ozdobne, np. gerberę i cyklameny na kwiaty cięte, można uprawiać w pojemnikach bez dna, czyli w tzw. opaskach winidurowych. Oprócz doniczek pojedynczych oferowane są zestawy wielodoniczkowe. Duże ilości pojemników rozmaitego kształtu i wielkości wykorzystuje szkółkarstwo ozdobne.

Według opracowania Związku Szkółkarzy Polskich z 1997 r. za **pojemnik** uznaje się naczynie z dnem do uprawy roślin o objętości powyżej 1,5 dm<sup>3</sup>. Mniejsze naczynia to **doniczki**. Pojemniki oznacza się symbolem C wraz z liczbą określającą pojemność w dm<sup>3</sup> (litrach), np. C3 – oznacza pojemnik o objętości 3 dm<sup>3</sup>. Do pojemników foliowych stosuje się to samo oznaczenie z dodaniem litery f – folia, np. Cf3 – to pojemnik foliowy o objętości 3 dm<sup>3</sup>. Doniczki oznaczone są symbolem P z podaniem średnicy lub długości górnej krawędzi w cm, np. P9 – to doniczka o wymiarach 9 × 9 cm, okrągła o średnicy 9 cm lub kwadratowa o boku 9 cm.

Do produkcji rozsad i rozmnażania roślin za pomocą sadzonek pędowych stosowane bywają doniczki torfowo-ziemne i torfowe Jiffy Pot zawierające nawozy i otoczone rozciągliwą nylonową siatką, gdyż po wchłonięciu wody kilkakrotnie zwiększają swoją objętość. Wyrabiane są także doniczki ze specjalnie preparowanej masy papierowej, celulozowo-torfowe oraz z innych substancji organicznych. Rośliny na miejsce stałe lub do kolejnych etapów cyklu produkcyjnego sadi się razem z tymi doniczkami, bo w glebie lub innym podłożu ulegają rozkładowi. Sadzonki niektórych roślin, np. wilczomlecza pięknego (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch), zwanego także poinsecją ukorzenia się w małych doniczkach ażurowych (ryc. 19), i gdy już wytworzą korzenie, przesadza się je razem do tzw. doniczki docelowej. Korzenie przez otwory w ścianie małej doniczki wrastają do nowego podłoża, młoda roślina nie „przeżywa” stresu



z powodu przesadzenia, a praca jest łatwiejsza i wydajniejsza. Obecnie, do produkcji rozsady i rozmnażania roślin za pomocą sadzonek wykorzystuje się masowo palety wielodoniczek plastikowych o zróżnicowanej liczbie tzw. komórek, a do elektronicznego wysiewu nasion cyklamenów – olbrzymie palety wielokomórkowe ze styropianu – do jednej komórki trafia tylko jedno nasienie. Do rozmnażania roślin używane są także różnorodne skrzynki. W swoim czasie w użyciu były tzw. bułgarki, czyli płytkie skrzynki po owocach oraz skrzynki plastikowe.



**Ryc. 19.** Plastikowe doniczki ażurowe do ukorzeniania sadzonek roślin ozdobnych, zwłaszcza doniczkowych (Fot. A. Krzywińska)

Do docelowej uprawy roślin ozdobnych wykorzystywane są skrzynki plastikowe o rozmaitej pojemności oraz kosze. Do eksponowania roślin o zwieszających się łodygach używane są doniczki podwieszane, a do dekorowania obiektów użyteczności publicznej oraz wewnątrz mieszkalnych służą ozdobne pojemniki, w których umieszcza się doniczki z roślinami. Wszystkie doniczki i inne naczynia do uprawy roślin muszą mieć otwory (najczęściej w dnie), przez które wydostaje się nadmiar wody i wchodzi powietrze.

Firma Ronnash z Wielkiej Brytanii opracowała specjalny pojemnik do rozmnażania z nasion i za pomocą sadzonek drzew leśnych, drzew i krzewów ozdobnych i owocowych oraz kwiatów i warzyw. Pojemnik nosi nazwę handlową ROOTRAINERS®. Ma on specyficzny kształt – w górnej i środkowej części prostopadłościenny, a na dole zbliżony do stożka, bruzdowaną powierzchnię ścianek oraz możliwość otwierania, bowiem w dolnej części pojemnika znajdują się zawiasy. Kształt oraz znaczna głębokość zapewniają dobry rozwój systemu korzeniowego (jest prosty i jednolity w całej objętości). Stożkowate zakończenie zapobiega gromadzeniu się i zwiłaniu korzeni na dnie. Rowki w ściankach sprzyjają rozwojowi korzeni na zewnętrznych obszarach bryły. Dzięki temu otrzymuje się mocniejszą i lepszą jakościowo roślinę. Możliwość otwierania zestawów pojemnikowych pozwala eliminować chore rośliny podczas uprawy oraz zmniejsza do minimum straty podczas przesadzania. Rośliny dobrze i szybko się przyjmują. Pojemnik jest lekki, może być używany co najmniej 5 lat oraz umożliwia pakowanie roślin „na płask”. W Europie i Ameryce Północnej dostępne są różne wielkości i zestawy pojemnika.



W szkółkarstwie często stosuje się zestaw pod nazwą „Sherwood”, o 32 komorach głębokości 12 cm i objętości poszczególnych pojemników wynoszącej 175 cm<sup>3</sup> [Cecot 1995].

Od kilku lat w naszym kraju istnieje coraz większe zapotrzebowanie na duże drzewa i krzewy ozdobne, w celu szybkiego uzyskania efektu dekoracyjnego w ogrodach i parkach. Rośliny takie uprawiać można bezpośrednio w gruncie, w tradycyjnych dużych pojemnikach plastikowych oraz w pojemnikach nowego typu, łączących uprawę pojemnikową z tradycyjną, czyli gruntową. Jest to „Root Control Bags”<sup>®</sup> („worek kontrolujący korzenie”), wynaleziony w USA. Przypomina on tradycyjny pojemnik, lecz zbudowany z innego materiału. Cały pojemnik zrobiony jest z bardzo gęstej, filcowatej włókniny o grubości około 2 mm. Jest ona całkowicie przepuszczalna dla wody i powietrza, a także dla cienkich, delikatnych korzeni. Stanowi zaś przeszkodę dla silnych korzeni, które jakby przycina, uniemożliwiając ich przerastanie do gleby, czyli kontroluje ich wzrost (stąd nazwa systemu). Korzenie po osiągnięciu włókniny ulegają pogrubieniu, tworzy się kalus, a to sprzyja tworzeniu się licznych korzeni przybyszowych i zagęszczeniu systemu korzeniowego w workach.

Włókninowy pojemnik umieszcza się w dołkach wykopanych bezpośrednio w polu na kwaterze produkcyjnej. Sadzi się do niego młode drzewo lub krzew i zasypuje ziemią wydobytą z dołka. Ma on średnicę od 20 do 60 cm. Rośliny w nich rosące tworzą bryły korzeniowe o masie od 15 do 150 kg, mają prawidłowo wykształcony system korzeniowy, łatwo się je wykopuje i transportuje oraz mogą być przesadzane w dowolnej porze roku. Do wad pojemnika zaliczono trudności ze ściąganiem włókninowego worka podczas sadzenia drzew na miejsce stałe, trudności z reutilizacją włókniny i dość wysoką cenę worka [Muras 1994].

## ***8.1. Zapobieganie nadmiernemu wzrostowi korzeni roślin w pojemnikach***

W pojemnikowej produkcji i uprawie roślin, zwłaszcza drzew, krzewów, roślin dekorujących wnętrza, a także innych, szczególnie dużych, zdarzają się często rozmaite deformacje systemu korzeniowego. Do najbardziej niebezpiecznych należy spiralne związanie się korzeni na dnie naczynia, co powoduje wypychanie z niego roślin. Dobór roślin o zwartym systemie korzeniowym i przycinanie korzeni to do niedawna były najczęstsze środki przeciwdziałające temu zjawisku. Obecnie są już także inne możliwości zaradcze, upatruje się je m.in. w związkach miedzi.

Korzystny wpływ związków miedzi odkryto przez przypadek na początku lat 50. ubiegłego wieku w USA, używając do niszczenia glonów rozwijających się na doniczkach naftenatu miedziowego. Okazało się, że rośliny uprawiane w pojemnikach traktowanych tą substancją rozwijały odmienny system korzeniowy niż okazy tych samych gatunków i odmian rosące w naczyniach dezynfekowanych innymi preparatami. Korzenie roślin w pojemnikach traktowanych związkami miedzi unikały kontaktu ze ścianami naczynia i rozwijały się przede wszystkim w środkowej części bryły.

O takim oddziaływaniu miedzi przypomniano sobie w końcu lat 70. ubiegłego wieku. Przeprowadzono wówczas serię doświadczeń, zwłaszcza z różnymi gatunkami roślin drzewiastych i na tej podstawie na początku lat 90. ubiegłego wieku związki miedzi zaczęto wykorzystywać w produkcji szkółkarskiej w nowy sposób. Najczęściej

używanymi są węglan miedziowy ( $\text{CuCO}_3$ ) i wodorotlenek miedziowy [ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ]. Zmieszane, np. z białym lateksem nanosi się pędzlem na wewnętrzną ścianę pojemnika. Gdy stożek wzrostu korzenia zetknie się z pomalowaną ścianą, wówczas znajdująca się tam miedź oddziałuje nań słabo toksycznie, hamuje dalszy wzrost na długość, lecz nie niszczy całkowicie młodego korzenia. Zwiększa się natomiast zdolność do regeneracji korzeni bocznych. Dzięki temu system korzeniowy budują korzenie cieńsze, jest on bardziej zwarty i równomiernie przerasta podłoże. Upodabnia się do intensywnego systemu korzeniowego roślin wrzosowatych, czyli przenika stosunkowo niewielką objętość podłoża, lecz bardzo gęsto. To, że korzenie nie stykają się ze ścianą pojemnika, zapobiega również ich przegrzewaniu się podczas letnich upałów, przez co nie słabnie wzrost części nadziemnej. Zmiana morfologii systemu korzeniowego wpływa korzystnie na pobieranie wody i soli mineralnych. Jednoroczne siewki dębu czerwonego (*Quercus rubra* L.) uprawiane w pojemnikach z dodatkiem miedzi, w porównaniu z rosnącymi w pojemnikach bez miedzi, były wyższe, miały dłuższe pędy, większą suchą masę korzeni i zawartość azotu.

Wodorotlenek miedziowy wchodzi w skład gotowego preparatu o nazwie Spin Out. Testowane są także inne związki chemiczne o podobnym działaniu. Na przykład, wysoko ceniony Biobarrier zawiera trifluralin, substancję czynną niektórych herbicydów. Substancje chemiczne oddziałują różnie na poszczególne rośliny, dlatego dla każdego gatunku (a nawet odmiany) należy wytypować na drodze doświadczalnej najbardziej odpowiedni preparat [Czekalski 1995]. W świetle dalszych doświadczeń okazało się, że drzewa, których korzenie miały kontakt ze związkami miedzi, podobno rosną gorzej po posadzeniu na miejsce stałe, zwłaszcza przy drogach i ulicach. W zamian próbuje się wprowadzić specjalne pojemniki z licznymi otworami w odpowiednio wyprofilowanych ścianach bocznych, co ma zapewnić osłabienie wzrostu wydłużeniowego korzeni po zetknięciu z powietrzem i kształtowanie prawidłowego systemu korzeniowego.

## 8.2. Zwalczanie wątrobowców, mchów i glonów w uprawie pojemnikowej

Wymienione w tytule organizmy rozwijają się na powierzchni podłoża w pojemnikach, ale także w polu i w szklarniach – na stołach, przejściach, podmurówce i szkłe. Spośród wątrobowców najgroźniejsza jest porostnica wielopostaciowa (*Marchantia polymorpha* L.) występująca w miejscach wilgotnych. Tworzy ona plechy do 2 cm szerokości, wstęgowo-płaskie, nieco pogrubione, widlasto rozgałęziające się ze słabo widocznymi nerwami środkowymi. Po stronie dolnej wyrastają jednowarstwowe, listkowate blaszki i ujemnie fototropiczne, jednokomórkowe ryzoidy (chwytniki). Przymocowują one plechę do podłoża i doprowadzają do niej wodę. Plecha rozrasta się bardzo szybko, pokrywając dokładnie powierzchnię podłoża w pojemniku. Również mchy, zwłaszcza torfowiec – *Sphagnum fimbriatum* Wilson, ale także niektóre mchy brunatne (*Bryales*) i glony rozwijają się w pojemnikach. Organizmy te, pokrywając szczelnie powierzchnię podłoża w pojemniku utrudniają lub całkowicie eliminują dostęp wody i powietrza do korzeni roślin uprawnych. Zubożają je także w składniki mineralne. Wszystko to prowadzi do osłabienia wzrostu roślin pożądaných, a nawet do ich obumierania.

Mchy porastające podmurówkę szklarni powodują szybsze kruszenie się i rozpadanie betonu, a jeśli zasiedlają nasadę szyb, to mogą przyczynić się do rdzewienia ram okiennych. Są także siedliskiem owadów szkodliwych dla roślin. Glony, rozwijające się na powierzchni podłoża w pojemnikach lub na stołach w szklarni, tworzą cienką, szklistą warstwę, która uniemożliwia wyparowywanie nadmiaru wody. Następuje zahamowanie wzrostu roślin. Na wilgotnym szkłe i folii glony tworzą zbitą, zieloną warstwę zmniejszającą dostęp światła, co jest szczególnie niebezpieczne jesienią i zimą. W wilgotnych i ciepłych szklarniach rozwijają się również na przejściach, które stają się bardzo śliskie.

Preparatem skutecznie zwalczającym wymienione wcześniej organizmy jest **Mogeton**, zawierający 25% chinoklaminy. Występuje w formie proszku barwy czerwono-brązowej, który rozpuszcza się w wodzie. Zachowuje aktywność ponad cztery lata. Do zwalczania wątrobowców i mchów na każde 10 m<sup>2</sup> należy zastosować 15 g Mogetonu rozpuszczonego w 1 l wody. Należy dokładnie pokryć cieczą użytkową powierzchnię zwalczanych organizmów. Po 1–2 godzinach od zabiegu należy zmyć resztki pomarańczowej zawiesiny preparatu z pędów roślin uprawnych, spryskując je dokładnie wodą. W uprawie pod osłonami Mogeton niszczy wątrobowce i mchy w ciągu kilku godzin. W pojemnikach ustawionych na zewnątrz następuje to po 6–10 dniach. Do zwalczania glonów Mogeton stosuje się w dawce 10 g w 1 l wody na 10 m<sup>2</sup>. Po 1–2 godzinach od zabiegu rośliny trzeba starannie spryskać wodą, aby zmyć resztki preparatu. Do usuwania glonów ze szkła i folii do zawiesiny preparatu powinno się dodać Atpolanu 80 EC lub Olejanu 85 EC (0,5%). Po siedmiu dniach od zabiegu glony zmieniają barwę na szarą, kruszeją i łatwo oddzielają się od szkła i folii [Looman i van Kuik 1993, Oellrich 1997, Orlikowski i Antosik 1997, Orlikowski 1998].

Warunki klimatyczne Polski sprzyjają wykorzystaniu osłon z folii i włókniny w uprawie roślin ozdobnych. Znajduje to uzasadnienie technologiczne i ekonomiczne. Wysokie tunele foliowe zastępują w dużym stopniu drogę w budowie i eksploatacji szklarnie. Niskie tunele i płaskie przykrycia służą do przyspieszania uprawy i przyczyniają się do przewyciężenia sezonowości podaży kwiatów oraz do wzrostu opłacalności produkcji.

Folię można stosować do **ściółkowania gleby** wokół roślin, np. w uprawie roślin cebulowych, w szkółkach bylin itp. Do tego celu używa się najczęściej czarnej folii polietylenowej o grubości 0,05–0,1 mm i szerokości 1–1,2 m, którą rozkłada się na wilgotną glebę, pozostawiając pasy gleby bez ściółki, minimum 50 cm szerokości. W wykonane otwory sadi się rośliny. Można także ściółkować międzyrzędzia pomiędzy roślinami już rosnącymi. Do ściółkowania międzyrzędzi przydatna jest także trwalsza włóknina propylenowa (o masie 30–60 g/m<sup>2</sup>), w której nie trzeba wykonywać perforacji. Ściółkowanie zapewnia ochronę przed chwastami, zmniejsza straty wody z gleby, a tym samym poprawia jakość roślin.

Na **płaskie osłony** można stosować folię perforowaną, wykonaną z polietylenu (1 d PE) o grubości 0,045 mm i o 100 (typ A) do 500 (typ B) otworów o średnicy 1 cm na 1 m<sup>2</sup>. Warunki termiczne pod folią perforowaną są zbliżone do panujących w tunelu niskim. Do tego samego celu odpowiednie są również włókniny polipropylenowe. W dni słoneczne są pod nimi mniejsze amplitudy temperatury i dobra wymiana powietrza, dlatego można je utrzymywać znacznie dłużej niż folię perforowaną. Do najczęściej używanych należą włókniny o masie 17 lub 20 g/m<sup>2</sup>. Rzadziej wykorzystuje się grubsze włókniny o masie 30–60 g/m<sup>2</sup>, przydatne do okrywania niektórych bylin oraz drzew i krzewów produkowanych w pojemnikach zimą.

**Tunele niskie** o wysokości poniżej 1,5 m służą do ochrony roślin wczesną wiosną przed chłodem, przyspieszania wzrostu, kwitnienia i ukorzenia sadzonek drzew i krzewów ozdobnych. W zależności od przeznaczenia wysokość ich jest różna. Na przykład do ukorzenia sadzonek na stołach w szklarni mają wysokość od 20 do 50 cm. Do przykrywania tych tuneli stosuje się zwykłą, niestabilizowaną folię 1 d PE o grubości 0,15–0,2 mm, produkcji krajowej. Stosowana bywa także folia trójwarstwowa, której zewnętrzna powłoka jest stabilizowana przeciw promieniowaniu UV, środkowa warstwa ma podwyższone właściwości termoizolacyjne, a skierowana do wnętrza tunelu daje efekt antyfoggingowy (zapobiega skraplaniu się pary wodnej).

**Tunele wysokie** są alternatywą dla szklarni. Zwykle są to konstrukcje metalowe o znormalizowanych wymiarach, mają różną długość i szerokość. Najbardziej popularne są tunele pojedyncze. Obecnie cenione są konstrukcje umożliwiające regulację wietrze-

nia latem. Należą do nich tunele typu Richel, Filclair i Rovero. Blok cieplarniany Richel o lekkiej i wytrzymałej konstrukcji z możliwością pełnej automatyzacji regulowania mikroklimatu oraz stosunkowo tani w budowie i eksploatacji ma dużą szansę zastąpienia szklarni w Polsce.

Do przykrywania tuneli wysokich stosuje się folie PE krajowe i importowane o grubości minimum 0,165 mm. Dostępne są u nas także folie wielowarstwowe, zbrojone oraz folie z kopolimeru EVA (etylen i octan winylu) (tab. 29). Rośliny ozdobne często uprawia się w tunelach nieogrzewanych. Wczesną wiosną wykorzystuje się je do uprawy gatunków o krótkiej wegetacji i tolerancyjnych na chłód. Mimo to uzyskuje się kilkutygodniowe przyspieszenie kwitnienia, w porównaniu z tymi samymi gatunkami roślin rosnącymi w gruncie. Część tuneli wyposażona jest w urządzenia grzewcze i można w nich uprawiać rośliny ciepłolubne [Siwek 1996, 1999, Rumpel 1999].

Tabela 29

Charakterystyka wybranych osłon z tworzyw sztucznych stosowanych w polskim ogrodnictwie [Siwek 1996]

Rodzaj osłony	Rodzaj tworzywa sztucznego	Szerokość w m	Średnie wykorzystanie w latach	Producent	Ceny zł/m <sup>2</sup> z 22% VAT
ściółka	czarna folia PE 0,05 mm	1,2	1–2	ERG Bieruń St.	0,29
	czarna włóknina PP90	1,6; 3,2	2–3	ZPL Wigolen	0,96
płaskie przykrycie	folia per. PE 0,045 mm	3,0	1–2	ERG Bieruń St.	0,22
	włók. 17 g/m <sup>2</sup> Wigofil	1,5; 3,2	1–2	ZPL Wigolen	0,29
	włók. 30 g/m <sup>2</sup> Wigolen	1,6	2–3	ZPL Wigolen	0,56
	włók. 17 g/m <sup>2</sup> Covertan	4,0	1–2	Corovin Niemcy	0,60
	włók. 17 g/m <sup>2</sup> PegasAgro	1,6; 3,2 6,3; 12,6	1–2	Pegas Czechy	0,36 0,43
tunel niski	folia PE 0,15 mm	2,4	1–2	ERG Bieruń St.	0,34
tunel iżołomski i wysoki	PE 0,165 mm, niebieska	6,0; 12,0	2–3	ERG Bieruń St.	0,80
	PE 0,185 mm, zielona	6,0; 12,0	4	ERG Bieruń St.	0,86
	PE 0,165 mm Antyfog	6,0; 12,0	2–3	ERG Bieruń St.	0,86
	PE 0,15 mm, nieb., żółta EVA 0,2 mm	6,0; 12,0 12,0	2 4–5	TVK Węgry Pati Holandia	0,86 3,00

Ceny zostały obliczone dla handlu detalicznego wiosną 1996 r.

Spośród roślin ozdobnych w tunelach uprawia się na kwiaty cięte m.in. chryzantemy, goździki, róże, gerbery, lilie oraz gatunki, które zwykle rosły bez osłon, np. aster chiński, gipsówkę wiechowatą, aster krzaczasty (*Aster dumosus* L.) i wrzosolistny (*A. ericoides* L.), piwonię chińską (*Paeonia lactiflora* Pall.), wyżlin większy (*Antirrhinum majus* L.), dzięki czemu mają one lepszą jakość kwiatów, niezależnie od warunków atmosferycznych, również wcześniej zakwitają. W Anglii prowadzone są badania nad przydatnością folii, działającej jak filtr świetlny, zatrzymującej fale o długości 700–800 nm, czyli część promieniowania czerwonego oraz podczerwone. Ma to pozwolić na zmniejszenie zużycia retardantów pod takimi osłonami. Działanie folii osłabiające wzrost wynika z procesu regulacyjnego, występującego u gatunków, u których promieniowanie podczerwone powoduje nadmierny wzrost wydłużeniowy pędów. Reakcja na filtr świetlny możliwa

jest dzięki roślinnym fotoreceptorom odczytującym różnicę pomiędzy ilością promieni podczerwonych, docierających do niższych partii rośliny oraz czerwonych – padających przede wszystkim na jej górne części. Wartości te są zróżnicowane, ponieważ promieniowanie podczerwone może przenikać przez liście, podczas gdy duża część czerwonego jest przez nie absorbowana. W warunkach naturalnych, przy dużym zagęszczeniu, gdy do niższych części roślin dociera proporcjonalnie duża, w porównaniu z promieniowaniem czerwonym, ilość promieniowania podczerwonego, stymuluje to wydłużeniowy wzrost pędów. Jeżeli nieobecne są promienie podczerwone, a takie warunki panują pod testowanymi foliami, zostaje zaburzony przedstawiony wcześniej mechanizm i rośliny nie są pobudzane do wydłużania się, nawet przy dużym zagęszczeniu uprawy. W przypadku niektórych gatunków osłanianie foliami fotoselektywnymi wpływa również na rozgałęzianie się pędów, zwiększanie powierzchni blaszek liściowych oraz ciemniejsze ich zabarwienie. U petunii, begonii i lobelii wystąpiło niepożądane opóźnienie kwitnienia. Testowane folie pod wpływem promieniowania słonecznego traciły swoje specyficzne właściwości po jednym sezonie. Nadal poszukuje się trwalszych.

Wśród badanych roślin nastąpiło wyraźne zmniejszenie (od 8 do 25%) długości pędów w środowisku pozbawionym promieniowania podczerwonego. Petunie lepiej się rozkrzewiały i miały zwartszy pokrój niż te uprawiane w normalnych warunkach. *Trachelium błękitna* (*Trachelium caeruleum* L.) wytwarzała znacznie krótsze i silniej rozgałęzione pędy. Bratki uprawiane latem były zwartsze, a ich liście miały intensywniejszy odcień zieleni oraz kwitły trochę później niż uprawiane w normalnych warunkach, co było korzystne, gdyż latem rośliny te zwykle zakwitają za wcześnie, zanim rozwiną wystarczającą ilość liści [Wize 1999].

Na Uniwersytecie w Readington (Wielka Brytania) badano wpływ różnych tworzyw sztucznych na przenikanie fal świetlnych do wnętrza tunelu. Zauważono, że zarodnikowanie niektórych grzybów, na przykład szarej pleśni (*Botrytis cinerea* Pers.), można znacznie zmniejszyć, eliminując promieniowanie ultrafioletowe ze spektrum światła dostępnego roślinom. Rozwój wymienionego grzyba najbardziej hamowały tworzywa blokujące przenikanie fal świetlnych o długości mniejszej niż 400 nm, ale zapewniające równocześnie dostęp fal w zakresie 400–450 nm. Wynikiem badań było wprowadzenie na rynek folii zmniejszającej stopień porażenia roślin przez szarą pleśń – Visqueen's Anti-Botrytis Film.

Promieniowanie słoneczne i deszcz powodują jednak szybką degradację specyficznych właściwości tego tworzywa. Dlatego zalecane jest ono do krótkoterminowego zabezpieczania upraw i używane jako dodatkowa wewnętrzna osłona w tunelach lub szklarniach.

Znane są już folie zapobiegające nadmiernemu wzrastaniu temperatury pod okrytymi nimi osłonami. Na przykład Liminance THP zmniejsza przenikanie promieniowania podczerwonego, które mogłoby powodować wzrost temperatury wewnątrz tunelu.

Folia Super Therm składa się z 3 warstw. Zewnętrzna zawiera substancje antystatyczne, które zmniejszają osiadanie pyłów, środkowa pozwala z kolei wnikać do środka krótkim falom podczerwonym, a zatrzymuje wewnątrz tunelu ciepło wydostające się w postaci długich fal podczerwonych, co pozwala zmniejszyć koszty ogrzewania o 15–20%. Warstwa wewnętrzna zawiera substancje zapobiegające skraplaniu się pary wodnej (krople wody mogłyby odbijać na zewnątrz do 40% światła padającego na tunel).

Jednym z najnowszych materiałów do okrywania tuneli, w których uprawy są prowadzone latem oraz do zadaszania powierzchni nad punktami sprzedaży roślin, jest pochodzący także z Wielkiej Brytanii Super Green. Folia ta przepuszcza około 65% światła, ale zatrzymuje fale dłuższe niż 550 nm (promieniowanie ciepłe), co umożliwia obniżenie temperatury panującej pod osłoną.

Wybór folii jest już duży, są one tańsze niż szkło, lecz mają znacznie krótszą żywotność bowiem są podatne na uszkodzenia wywoływane przez czynniki atmosferyczne, z czym wiąże się uciążliwość wykonywania napraw [Górka 1999]. Dlatego producenci zaczynają się zastanawiać, w co lepiej inwestować – w tunele kryte folią czy w szklarnie kryte szkłem?

W świecie roślin można wyróżnić 3 typy rozmnażania: 1) rozmnażanie wegetatywne, czyli bezpłciowe, przez podział, 2) rozmnażanie wegetatywne, przez specjalne diaspory, np. rozmnóżki lub komórki rozrodcze, które po oddzieleniu od rośliny macierzystej zdolne są do kiełkowania natychmiast albo po przebyciu okresu spoczynkowego i rozwijają się w nowe, samodzielne osobniki oraz 3) rozmnażanie płciowe – do przebiegu którego niezbędne są dwa rodzaje komórek rozrodczych – męskie i żeńskie, czyli różnych płci, zwane gametami. Najczęściej nie mają one zdolności samoistnego kiełkowania, lecz łączą się między sobą parami w ten sposób, że zawsze jedna komórka męska zlewa się z jedną komórką żeńską. Dopiero produkt zespolenia, tj. zygota jest zdolna do kiełkowania. W produkcji kwaciarskiej spotyka się wszystkie trzy typy rozmnażania.

### 10.1. Rozmnażanie wegetatywne przez podział

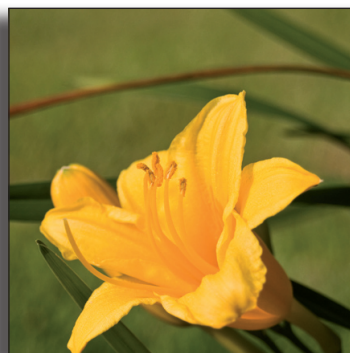
Naturalne rozmnażanie wegetatywne przez podział jest najbardziej charakterystyczne dla roślin jednokomórkowych, dla prosto uorganizowanych roślin wielokomórkowych, pewnych glonów morskich wykształcających plechy i wielu porostów. Komórki powstałe z podziału lub fragmenty plechy odtwarzają osobniki potomne. Tych roślin kwaciarz jednak celowo nie uprawia. Ale również liczne trwałe rośliny zielne rozmnażają się dzięki temu, że ich rozgałęzione pędy podziemne (kłącza) i nadziemne (rozłogi) ulegają rozłączeniu wskutek butwienia obumierających części starszych. Takimi roślinami o znaczeniu ozdobnym są np.: konwalia majowa (*Convallaria majalis* L.), szczyr trwały (*Mercurialis perennis* L.) – roślina okrywowa dla stanowisk wilgotnych i cienistych, dąbrówka rozłogowa (*Ajuga reptans* L.), kokornak powojnikowaty (*Aristolochia clematitis* L.), kotula brudnawa (*Leptinella squalida* Hook.; syn. *Cotula squalida* Hook.), bluszczyk kurdybanek (*Glechoma hederacea* L.), tojeść rozesłana (*Lysimachia nummularia* L.), ułudka wiosenna (*Omphalodes verna* Moench), pięciornik rozłogowy (*Potentilla reptans* L.), jaskier rozłogowy (*Ranunculus repens* L.) czy fiołek wonny (*Viola odorata* L.). Częściej realizowane jest sztuczne rozmnażanie licznych roślin ozdobnych przez podział ich ciała na fragmenty rozmaitej wielkości. Rozmnażanie wegetatywne przez podział to w istocie przedłużanie życia tego samego osobnika, realizowane poprzez mniejsze lub większe fragmenty jego ciała. To obecnie bardzo ważny typ rozmnażania, w odniesieniu do niektórych gatunków, zwłaszcza odmian – jedyny możliwy. Ale niesie ze sobą także pewne niebezpieczeństwa, np. wyradzanie się roślin wskutek starzenia i przenoszenie groźnych chorób, zwłaszcza wirusowych. W praktyce ogrodniczej wyróżnia się



rozmnażanie **autowegetatywne**, w którym z określonej części osobnika powstaje nowy i **heterowegetatywne**, gdy dla otrzymania nowego osobnika potrzebne są fragmenty co najmniej dwóch osobników wyjściowych złączonych ze sobą w wyniku transplantacji, czyli szczepienia.

### **10.1.1. Rozmnażanie autowegetatywne**

Rozmnażanie autowegetatywne realizowane może być różnymi sposobami, które tutaj zostały tylko wymienione, bowiem omawiane są szczegółowo na ćwiczeniach. Najważniejsze sposoby to: 1) podział roślin (z uwzględnieniem specyfiki rozwojowej i morfologicznej różnych gatunków i odmian), 2) przez odrosty korzeniowe, 3) przez odrośla z pędów podziemnych i pniowe, 4) przez kopczykowanie, 5) przez odkłady, 6) za pomocą sadzonek, czyli odcinków pędów nieulistnionych lub ulistnionych (sadzunki zdrewniałe, półzdrewniałe, zielne – fotosyntetyzujące, pąkowe, liściowe) oraz 7) za pomocą sadzonek korzeniowych tych taksonów, które na odcinkach korzeni mają zdolność regeneracji pąków przybyszowych. Rozmnażanie roślin za pomocą różnego rodzaju sadzonek możliwe jest dzięki ich zdolności do regeneracji korzeni przybyszowych. Zdolność ta w największym stopniu zależy od właściwości genetycznych danego taksonu, ale także od wieku rośliny matecznej dostarczającej sadzonek, dojrzałości fizjologicznej pędów, stężenia naturalnych czynników i kofaktorów ukorzenia, co związane jest w znacznym stopniu z terminem pobierania sadzonek. Na wydajność ukorzenia sadzonek wywierają także wpływ skład podłoża, w którym zostały umieszczone, jego temperatura i wilgotność oraz wilgotność powietrza nad podłożem i natężenie oświetlenia – istotne przynajmniej dla niektórych gatunków i odmian. W przypadku sadzonek trudno i długo się ukorzeniających, przed umieszczeniem w podłożu, traktuje się je auksynami, stymulującymi wytwarzanie korzeni przybyszowych (patrz rozdz. 14).



#### **10.1.1.1. Bakterie stymulują ukorzenie sadzonek**

Na pędach niektórych gatunków drzew i krzewów ozdobnych, przeważnie w sąsiedztwie węzłów, powstają różnej wielkości wyrośla, zwykle o chropowatej i popękanej powierzchni. Nazywane są one także tumorami. Powstawanie ich mogą inicjować rozmaite czynniki: bakterie (tumory sferyczne, Crown-Gall-Tumors), wirusy (tumory wirusowe, Wound Tumor Virus – WTV), genetyczne, chemiczne, grzyby, ekologiczne i inne. Według niektórych poglądów bakterie lub wirusy zapoczątkowują tylko proces przekształcania komórek normalnych w tumorowe, dalszy zaś wzrost tkanek tumoru jest od nich niezależny. Zdegenerowane komórki zaczynają się szybko dzielić i powodują powstawanie wyrosła. Jednakże do zainicjowania przemiany komórek normalnych w tumorowe, nie są potrzebne całe i żywe mikroorganizmy, wystarczają ekstrakty ich DNA, byle nie były zbyt dokładnie oczyszczone, muszą bowiem zawierać domieszkę własnych polimeraz, tj. replikaz i transkryptaz.

U wielu gatunków roślin, wewnątrz tumorów, samoistnie powstają korzenie przybyszowe. Jest to spotykane stosunkowo często u krzewów z rodziny oliwkowatych

(*Oleaceae*), np. u forsycji pośredniej (*Forsythia ×intermedia* Zabel), zwisłej (*F. suspensa* (Thunb.) Vahl) i koreańskiej (*F. ovata* Nakai) oraz u jaśminu nagokwiatowego (*Jasminum nudiflorum* Lindl.), przewiertniowatych (*Caprifoliaceae*) – u kaliny koralowej – *Viburnum opulus* L. (ryc. 20) i jej odmiany płonnej (*V. opulus* ‘Roseum’), klonolistnej



**Ryc. 20.** Tumor na pędzie kaliny koralowej. Widoczne wgórki to korzenie przybyszowe. (Fot. M. Dziurla)

Townsend) Cohn. W wyrosłach przebiega intensywne syntezę substancji wzrostowych typu auksyn i kofaktorów, które stymulują powstawanie korzeni przybyszowych. Na przykład tkanki tumorowe pędów forsycji pośredniej zawierały ponad tysiąc razy więcej substancji wzrostowych w przeliczeniu na kwas indolilo-3-octowy (IAA) aniżeli korzenie właściwe. A w korzeniach przybyszowych tejże forsycji, powstałych w tumorach stwierdzono zaś 9 razy więcej IAA niż w korzeniach właściwych.

Coraz częstsze doświadczenia zagraniczne wskazują, że pędy lub sadzonki roślin drzewiastych inokulowane różnymi szczepami i rasami *A. rhizogenes* i *A. tumefaciens* ukorzeniają się lepiej, a także wykształcają większy system korzeniowy. Stwierdzono to m.in. u winorośli (*Vitis* sp.) oraz u pigwy pospolitej – *Cydonia oblonga* Mill. (Gałaczan 1979), czereśni ptasiej F 12/1 (*Prunus avium* L.), gruszy drobnoowocowej (*Pyrus calleryana* Decne.), migdału (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb), oliwki europejskiej (*Olea europaea* L.) [Rugini i Mariotti 1991] u kasztana jadalnego – *Castanea sativa* Mill. [Rugini i Mariotti 1991, Rinallo i Mariotti 1993]. Ukorzenianie sadzonek winorośli odmian ‘Saperawi’, ‘Spitak Arakseni’ i ‘Woskeat’ stymulowała także surowica bakterii – *Xanthomonas beticola* (Smith, Brown et Townsend) Savulescu [Gałaczan 1979]. Sadzonki zielne trudno ukorzeniających się wiśni: różowej (*Prunus subhirtella* ‘Autumnalis’), kosmatej (*P. tomentosa* Thunb. ex Murr.) i kurylskiej (*P. kurilensis* ‘Brillant’), traktowane prepa-

ratem biologicznym (chroniony patentem) w formie granulatu zawierającego bakterię *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn ukorzeniły się o 2,5–12,5% więcej niż pod wpływem kwasu indolilo-3-masłowego (IBA) [Plietzsch i in. 1994]. Bakteria *B. subtilis* zawarta w różnych związkach chemicznych stymulowała także ukorzenianie sadzonek szczydrzeńca wczesnego (*Cytisus ×praecox* ‘Albus’), runianki japońskiej (*Pachysandra terminalis* ‘Green Carpet’), migdałka trójklapowego pełnokwiatowego (*Prunus triloba* Lindl.), róży pomarszczonej (*Rosa rugosa* ‘Moje Hammarberg’), świdośliwy (*Amelanchier* ‘Ballerina’), berberysu Frikarta (*Berberis ×frikartii* ‘Amstelveen’), oczaru pośredniego (*Hammamelis ×intermedia* ‘Barmstedt Gold’), rokitnika pospolitego (*Hippophaë rhamnoides* ‘Pollmix 1’ i ‘Pollmix 4’ oraz ‘Leikora’), ostrokrzewu Meservy (*Ilex ×meserveae* ‘Blue Princess’) i lipy srebrzystej – *Tilia tomentosa* ‘Szeleste’ [Plietzsch 1998].

Niewykluczone, że preparaty bakteryjne o właściwościach stymulujących powstawanie korzeni przybyszowych znajdą w nieodległej przyszłości zastosowanie do rozmnażania roślin drzewiastych i zielnych. Jest to prawdopodobne m.in. dlatego, że przy używaniu syntetycznych auksyn zdarzają się ogrodnikom trudne do wyjaśnienia niepowodzenia, powodujące straty gospodarcze. Warto nadmienić, iż istniejące już drzewiaste rośliny transgeniczne, mające w swoim genomie T-DNA *Agrobacterium rhizogenes*, odznaczają się zwiększoną zdolnością do wytwarzania korzeni przybyszowych niż te same, ale „normalne” taksony. Inżynieria genetyczna, prawdopodobnie także w dziedzinie rozmnażania roślin, będzie odgrywać coraz większą rolę [Czekalski 1999].

Obecnie, olbrzymie znaczenie w nowoczesnym kwaciarstwie ma rozmnażanie *in vitro*, dlatego temu sposobowi poświęcono tutaj najwięcej uwagi.

## 10.2. Rozmnażanie *in vitro*

Marek Jerzy

Rozmnażanie wegetatywne roślin *in vitro* (w szkle), zwane inaczej mikrorozmnażaniem, jest to klonowanie roślin w sterylnych i ściśle kontrolowanych warunkach laboratoryjnych, na specjalnie dobranych pożywkach. Nazwa mikrorozmnażanie bierze się stąd, że rośliny potomne uzyskuje się z fragmentu rośliny mikroskopijnej wielkości.

W warunkach naturalnych (*in vivo*) rośliny potomne otrzymuje się z sadzonek pobieranych z roślin matecznych, z dzielonych na części karp, kłączy i rozłogów albo z cebul i bulw przybyszowych. W warunkach *in vitro* organy te zastępuje **eksplantat**, którym może być fragment rośliny zredukowany do maleńkiego pąka, wycinka tkanki, a nawet i tylko – do zaledwie jednej komórki. Wiadomo, że jedną rozrośniętą roślinę mateczną, np. figowca (*Ficus* sp.), filodendrona (*Philodendron* sp.), czy cisusa (*Cissus* sp.) można pociąć i podzielić na kilkanaście lub kilkadziesiąt sadzonek, ukorzenić je i czekać – aż w ciągu mniej więcej roku osiągnie wymiary w pełni zregenerowanej rośliny. *In vitro*, w laboratorium produkcyjnym, z zaledwie jednego wyłożonego na pożywkę pąka można otrzymać w ciągu roku kilka milionów roślin potomnych. W tym właśnie tkwi istota nowej, biotechnologicznej metody rozmnażania roślin.

Skokowi ilościowemu towarzyszy przełom jakościowy, wyrażający się m.in. lepszym wigorem sadzonek, uwolnionych *in vitro* od chorób, których nie można wyeliminować metodami tradycyjnymi. Ogromne znaczenie przypisuje się także możliwości szybkiego i masowego rozmnożenia *in vitro* gatunków ginących i przywrócenia ich dzięki

temu naturalnemu środowisku. Jeśli środowisko jest jeszcze na tyle zdegradowane, że chwilowo nie nadaje się do ponownego zasiedlenia przez odratowane od wymarcia gatunki, to można założyć w laboratorium „bank” genów, wykorzystując zdolności tkanek i organów roślinnych do długotrwałego przechowywania w warunkach *in vitro*.

W Polsce klonowanie roślin *in vitro* stosowane jest powszechnie od bez mała trzydziestu lat. Z liczbą ponad stu laboratoriów zajmuje Polska czołowe miejsce w Europie i na świecie. Produkowane w tych laboratoriach rośliny ozdobne przeznaczone są na rynek krajowy i zagraniczny, i co ciekawe – głównym odbiorcą naszego eksportu jest Holandia – światowy potentat ogrodniczy.

Mikrorozmnażanie nie zawsze prowadzi do wiernego odtworzenia wszystkich cech rośliny matecznej. Trzeba zatem jasno sprecyzować warunki, jakie powinny być spełnione w hodowli zachowawczej odmian, prowadzonej z zastosowaniem zasad nowoczesnej biotechnologii. Zasadnicze znaczenie ma wybór eksplantatu inicjującego kulturę *in vitro*, ustalenie składu pożywki oraz wybór odpowiedniej metody namnażania zregenerowanych roślin.

**Wybór eksplantatu *ex vivo*** (czyli w warunkach naturalnych). Powtarzalność cech jest zagwarantowana, gdy eksplantatami wyjściowymi są merystemy lub większe fragmenty roślin zawierające tkankę merystematyczną, np. wierzchołki wzrostu (stożki wzrostu) pąki boczne, nasiona lub wyizolowane z nich zarodki. Eksplantaty pierwotne (*ex vivo*) powinny być fizjologicznie młode (juwenilne), gdyż tylko takie obdarzone są wysoką zdolnością restytucyjną. Należy w związku z tym inicjować kulturę *in vitro* z eksplantatów zawierających merystemy *in statu nascendi*. Merystem wierzchołkowy jest juwenilny w stopniu najwyższym.

Cebule przybyszowe, bulwy i kłącza mogą być również użyte do inicjowania kultur *in vitro*. Powtarzalność cech jest w większości przypadków zapewniona nawet przy braku merystemów w eksplantatach pierwotnych. Jest to o tyle ważne, że rolę tych eksplantatów pełnią często pozbawione merystemów łuski cebul (lilie), fragmenty bulw (frezje) lub wycinki kłączy (alstremeria). Inne organy roślinne, takie jak liście, fragmenty łodyg lub szypułek kwiatowych nie nadają się do inicjowania kultur ukierunkowanych na zachowanie odrębności, wyrównania i trwałości odmian. Brak merystemu w eksplantacie inicjującym regenerację pędu przybyszowego ma tutaj znaczenie zasadnicze. Pęd przybyszowy wyrasta bowiem najczęściej z jednej tylko komórki eksplantatu i nie jest w stanie odtworzyć złożonej struktury tkankowej organizmów niejednorodnych genetycznie. Nie można zatem rozmnażać w ten sposób odmian będących chimerami peryklinalnymi, które zbudowane są z dwóch lub trzech warstw tkanek różniących się genetycznie, np. poziomem ploidalności. Trzeba sobie w tym miejscu uświadomić, że odmian takich uprawia się obecnie wiele. Pojawiają się one jako efekt mutacji spontanicznych (tzw. sporty) a także, i to coraz liczniej, w wyniku celowego indukowania mutacji, między innymi dla tworzenia wielobarwnych grup odmian.

Jest jeszcze jeden powód, dla którego nie zaleca się wykorzystywania eksplantatów pozbawionych merystemów do klonowania odmian *in vitro*. Stabilności genetycznej odmian zagraża zmienność somaklonalna, ujawniająca się m.in. po wprowadzeniu do pożywki nadmiernej ilości substancji wzrostowych, np. cytokinin a także wówczas, gdy etapem pośrednim w procesie regeneracji organów przybyszowych jest kalus. Jej efektem są niekiedy nieoczekiwane i niepożądane w hodowli zachowawczej mutacje albo epigenetyczne zmiany we wczesności odmian i innych cechach fizjologicznych.

W każdej regule są wyjątki. Brak merystemu w eksplantacie liściowym nie stanowi przeszkody w klonowaniu *in vitro* tych gatunków i odmian, które zdolne są do tworzenia pędów przybyszowych z liści w warunkach *in vivo*, np. achimenes (*Achimenes* sp.), begonia, hiacynt (*Hyacinthus* sp.), sepolia (*Saintpaulia* sp.), skrzętnik (*Streptocarpus* sp.).

#### **Etapy mikrorozmnażania:**

Etap wstępny.

- I. Inicjacja kultury *in vitro* obejmuje: izolację eksplantatu, inokulację eksplantatu i restytucję rośliny.
- II. Namnażanie zregenerowanych roślin.
- III. Ukorzenie mikrośadzonek.
- IV. Adaptacja do warunków *in vivo*.

**Etap wstępny** obejmuje wybór rośliny matecznej i jej przygotowanie *in vivo* do pobierania eksplantatu. Przygotowanie polega na uwolnieniu rośliny matecznej od chorób i szkodników, oberwaniu lub odcięciu organów utrudniających dostęp do miejsca izolacji eksplantatu oraz odtuszczeniu rośliny przez zanurzenie w roztworze szarego mydła lub w 70% alkoholu etylowym (na kilka sekund).

**Etap pierwszy** obejmujący izolację i inokulację eksplantatu oraz restytucję pędu trwa 4–8 tygodni. **Izolacja eksplantatu** połączona jest z jego zewnętrzną sterylizacją. Tylko merystem jest wolny od endogennych patogenów. Inne eksplantaty miewają patogeny wewnątrz tkanek, ale nie ma sposobu na ich pozbycie się, a antybiotyków do przeprowadzenia całkowitej sterylizacji się nie stosuje. Do sterylizacji zewnętrznej zaleca się obecnie najczęściej podchloryn wapnia lub sodu, wodę utlenioną lub bromową, formaldehyd lub sublimat ( $\text{HgCl}_2$ ). Następnie płucze się eksplantat 3–4-krotnie w sterylnej wodzie destylowanej. W takiej wodzie pozostawia się eksplantaty do czasu wyłożenia na pożywkę.

**Inokulacja** polega na wyłożeniu eksplantatu na pożywkę. W żargonie laboratoryjnym określa się tę czynność jako „wyszczepianie”. Eksplantat umieszcza się w pożywce polarnie ( $\downarrow$ ), apolarnie ( $\uparrow$ ) lub horyzontalnie ( $\leftrightarrow$ ). Pierwszy sposób wspomaga namnażanie pędów rozetowatych, drugi sprzyja regeneracji cebul przybyszowych, trzeci stosowany jest przy rozkrzewianiu roślin z pąków bocznych.

**Restytucja rośliny** może być częściowa, gdy sprowadza się tylko do regeneracji jednego lub kilku pędów, albo całkowita, gdy obejmuje odtworzenie pędu i korzeni.

**Etap drugi** – namnażanie nazywane również proliferacją albo multiplikacją trwa 3–4 tygodnie. Polega ono na dzieleniu zregenerowanych pędów na mniejsze fragmenty i przenoszeniu na świeżą pożywkę. Przenoszenie roślin lub ich części z pożywki na pożywkę nazywa się pasażowaniem.

**Etap trzeci** – ukorzenie mikrośadzonek, trwające około 2 tygodni, może być odrębnym etapem lub stanowić część etapu drugiego. Obecnie coraz częściej ukorzenie mikrośadzonek przenosi się do szklarni-mnożarki i przeprowadza w warunkach *in vivo*. Tak jest po prostu taniej.

**Etap czwarty** – adaptacja (aklimatyzacja) obejmuje przygotowanie mikrośadzonek do warunków *in vivo*. Może ona przebiegać w laboratorium lub od razu w szklarni-mnożarce. Trzeba teraz przywrócić roślinom sprawność autotroficzną i uodpornić na stresy: świetlny, wodny i termiczny. W laboratorium zwiększa się w związku z tym na tydzień natężenie oświetlenia, z kilku – do kilkunastu tysięcy luksów, a w szklarni zmniejsza – przez cieniowanie i zamgławianie mikrośadzonek; obniża się także temperaturę i zwiększa wilgotność powietrza. Najpierw jednak otwiera się słoje, wypłukuje mikrośa-

dzonki z agaru i sadzi do sterylnej podłoża. Następnie przykrywa się je w szklarni osłoniętymi foliowymi. Mikrosadzonki są bardzo delikatne, ich szparki oddechowe są otwarte a liście nie mają kutykuli. Stąd konieczność zastosowania procedury pielęgnacyjnej tutaj opisaną.

**Ustalenie składu i odczynu pożywki.** Inokulację eksplantatów przeprowadza się na pożywkę o składzie ustalonym wcześniej drogą prób. W tzw. broad-spectrum experiment, zaproponowanym przez de Fossarda [1976], do prób przeznaczają się tylko cztery komponenty: sole mineralne, sacharozę, jedną cytokininę i jedną auksynę. Każdy komponent w trzech stężeniach: niskim, średnim i wysokim. W sumie  $3^4 = 81$  kombinacji.

1. Sole mineralne wg Murashige'a i Skooga [1962] – 1/4, 1/2 lub pełny skład.
2. Sacharoza – 10, 20 lub 40 gL<sup>-1</sup>.
3. Kinetyna lub benzyloadenina – 0,01; 0,5 lub 5 mgL<sup>-1</sup>.
4. Auksyna IBA lub NAA – 0,01; 0,1 lub 1 mgL<sup>-1</sup>.

Auksyny syntetyczne (IBA, NAA) można zastąpić kwasem 3-indolilo-octowym (IAA) w stężeniach dziesięciokrotnie wyższych: 0,1; 1,0 i 10 mgL<sup>-1</sup>. Kinetynę w kombinacji z jedną wybraną auksyną stosuje się do eksplantatów merystematycznych, benzyloadeninę (BA) – do eksplantatów tworzących pędy przybyszowe. Tego rodzaju wstępne doświadczenie, o charakterze typowo rozpoznawczym, niezbędne jest oczywiście tylko wtedy, gdy zupełnie nie wiadomo od czego zacząć, aby zainicjować kulturę *in vitro* i uzyskać pełną regenerację rośliny w warunkach laboratoryjnych. Dotyczy ono głównie nowości, które nie były wcześniej rozmnażane *in vitro* lub były, ale opracowana dla nich technologia jest chroniona tajemnicą.

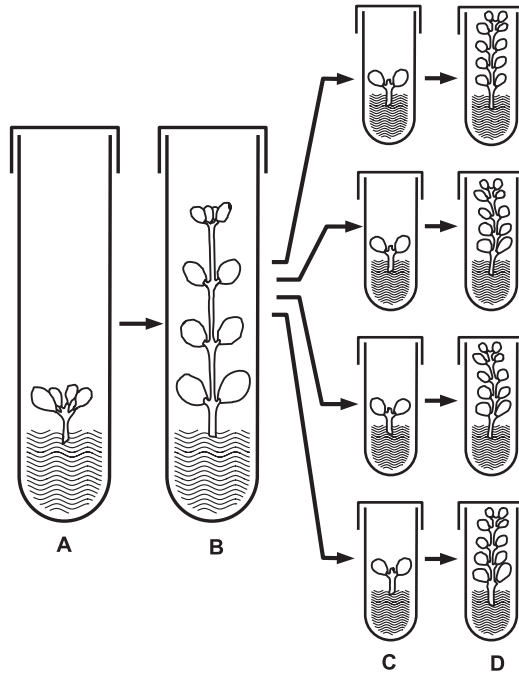
W celu przeprowadzenia „broad spectrum experiment” pH pożywki należy ustalić na poziomie 6,5–7,0 przed jej sterylizacją w autoklawie. Wartość pH powinna być w tym momencie wyższa o 1,0 od pH pożądanego w trakcie kultury. Trzeba bowiem pamiętać, że sterylizacja obniża pH o  $\pm 0,5$ . Dalsze obniżenie pH (również o  $\pm 0,5$ ) następuje w czasie regeneracji eksplantatu. Przy pH 4,5 agar staje się płynny i następuje witrifikacja eksplantatu. Poniżej pH 4,5 i powyżej 7,0 wzrost rośliny zostaje zahamowany.

**Namnażanie zregenerowanych roślin.** W laboratoryjnej produkcji sadzonek zasadnicze znaczenie mają dwie metody namnażania.

**Metoda jednowęzłowych fragmentów pędu** (ryc. 21), zwana również sadzonkowaniem *in vitro* albo metodą jednowęzłowych mikrosadzonek, polega na poprzecznym dzieleniu pędów wyrosłych z eksplantatów wyjściowych, zawierających tkankę tworzącą (merystem wierzchołkowy lub merystemy kątowe). Eksplantatami wyjściowymi mogą być wierzchołki pędów, pąki, zawiązki kwiatów, nasiona lub wyizolowane z nasion zarodki.

Metoda ta jest bardzo przydatna do rozmnażania roślin wyróżniających się silną dominacją wierzchołkową, tj. takich, które tworzą boczne rozgałęzienia pędu dopiero po usunięciu wierzchołka rośliny. W praktyce wykorzystuje się tę metodę do rozmnażania *in vitro* wielu roślin ozdobnych, np. szparaga, goździka, bluszczu, gipsówki, chryzantemy, hortensji, araukarii i niecierpka.

Do składu pożywki odżywczej nie dodaje się żadnych cytokinin (benzyloadeniny, kinetyny itp.). Współczynnik namnażania nie jest zatem wysoki i wynosi średnio 4–5 mikrosadzonek z jednego zregenerowanego pędu. Do ukorzenia *in vitro* (w laboratorium) lub *in vivo* (w szklarni-mnożarce) przeznaczają się całe zregenerowane pędy lub ich fragmenty z jednym lub dwoma węzłami. Ukorzone mikrosadzonki przeznaczają się na mateczniki (chryzantemy, goździki) lub bezpośrednio do dalszej uprawy.

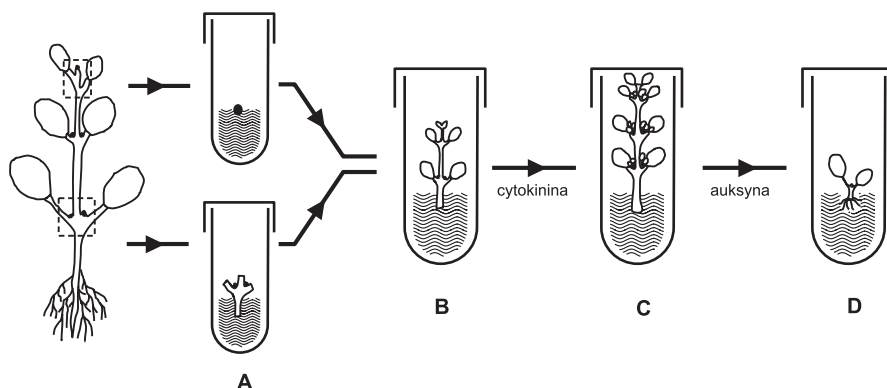


**Ryc. 21.** Metoda jednowęzłowych fragmentów pędu. A. Eksplantat wyjściowy – wierzchołek pędu rośliny matecznej. B. Czterowęzłowy pęd wyrosły z eksplantatu wyjściowego. C. Jednowęzłowe fragmenty pędu (cztery mikrosadzonki). D. Pędy wyrosłe z mikrosadzonek, gotowe do ponownego dzielenia na jednowęzłowe fragmenty

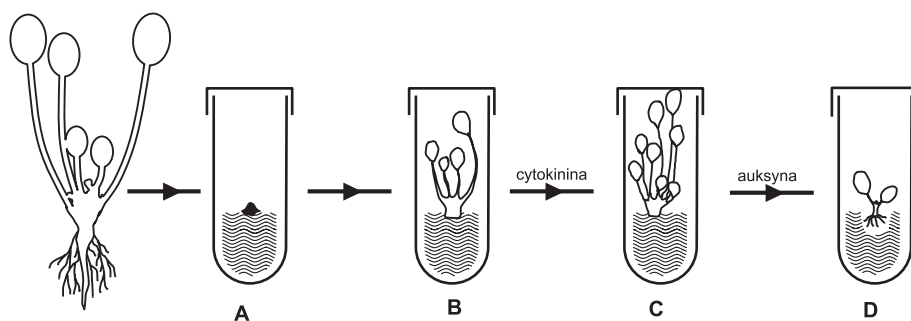
**Metoda pędów bocznych (kątowych, pachwinowych)** polega na „rozkrzewianiu” roślin w kątach liści (ryc. 22 i 23). Eksplantatami wyjściowymi, inicjującymi mikrorozmnażanie roślin rosnących elongacyjnie, tj. takich, które tworzą pędy wydłużone, z wyraźnie oddalonymi od siebie węzłami, są wyizolowane merystemy, pąki lub fragmenty łodyg z pąkami bocznymi w węzle (ryc. 22). Po zregenerowaniu roślin dodaje się do pożywki cytokininę, która powoduje tworzenie się licznych pąków bocznych w kątach liści. Z pąków tych rozwijają się następnie pędy, które odcina się od rozkrzewionej rośliny i przenosi na pożywkę ukorzeniającą. Metoda ta różni się od rozmnażania roślin za pomocą jednowęzłowych fragmentów pędu znacznie wyższym współczynnikiem namnażania. Stosuje się ją do laboratoryjnej produkcji sadzonek skrzydłokwiatu (*Spathiphyllum* sp.), figowca (*Ficus* sp.), bzu-lilaka (*Syringa* sp.), róży i wielu innych krzewów ozdobnych a także, ze względu na jej wysoką wydajność – do szybkiej produkcji sadzonek chryzantem i goździków przeznaczonych na mateczniki.

Schemat przedstawiony na rysunku 23 odnosi się do roślin rosnących rozetowato m.in. gerbery, afelandry (*Aphelandra* sp.), zroslichy (*Syngonium* sp.) i różnych gatunków z rodziny ananasowatych (*Bromeliaceae*). Eksplantatem wyjściowym jest tu najczęściej wyizolowany z rośliny matecznej merystem lub wierzchołek wzrostu. Ten ostatni zbudowany jest z merystemu, dwu lub trzech zawiązków liści oraz kilku pąków bocznych.

Jego izolacja jest znacznie łatwiejsza od izolacji samego merystemu. Wyższa jest również przeżywalność takiego eksplantatu w kulturze *in vitro*. Dlatego w praktyce wyizolowane merystemy stosuje się bardzo rzadko.



**Ryc. 22.** Metoda pędów bocznych dla roślin rosnących elongacyjnie. A. Eksplantanty wyjściowe: u góry – wyizolowany merystem wierzchołkowy, u dołu – fragment łodygi z pąkami bocznymi w węzle. B. Dwuwęzłowy pęd wyrosły z eksplantatu wyjściowego. C. Rozrośnięty pęd z licznymi pąkami bocznymi w węzłach. D. Pęd rozwinięty z pąka bocznego (po wyizolowaniu z węzła i przeniesieniu na pożywkę ukorzeniającą)



**Ryc. 23.** Metoda pąków bocznych dla roślin rosnących rozetowato. A. Eksplantant wyjściowy – merystem wyizolowany z rośliny matecznej. B. Zregenerowana z merystemu roślina (rozeta) z pąkami w kątach liści. C. Rozrośnięta rozeta z licznymi pąkami bocznymi. D. Pęd rozwinięty z pąka bocznego (po odcięciu od rozety i przeniesieniu na pożywkę ukorzeniającą)

**Klonowanie storczyków** jest metodą bardzo specyficzną. U gatunków o wzroście sympodialnym rozmnażanie *in vitro* przebiega według schematu, który w dużym uproszczeniu można przedstawić następująco: merystem → protokorm → meryklon. Merystemy pobiera się z kątów liści nadziemnej części łodyg przekształconych w pseudobulwy. Na pożywce zestalonej agarą z merystemu rozwija się protokorm – tkanka typowa dla storczyków, skupiona w grudki, o strukturze bulwkowatej. Podzielone protokormy przenosi się na pożywkę płynną, w której zachodzi szybkie ich namnażanie. Na ponownie



zastosowanej pożywce agarowej z dodatkiem gibereliny z protokormów wyrastają najpierw ryzoidy a następnie liczne pędy i korzenie storczyków. Potomstwo jednej rośliny uzyskane z merystemu, zwane meryklonem, jest bardzo liczne. Z jednego merystemu (storczyka) *Cymbidium* można otrzymać w ciągu roku milion nowych roślin.

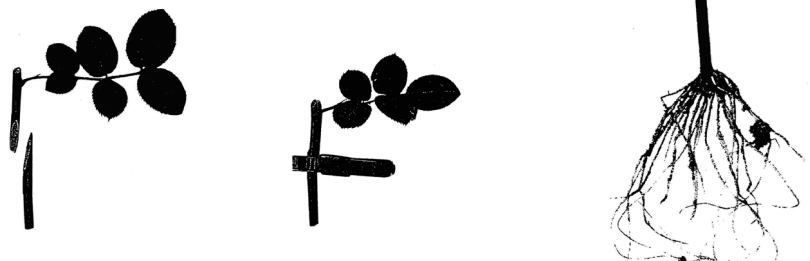
Badania teoretyczne wspomagające kultury *in vitro* prowadzą do poznania i wykorzystania w praktyce wielu niezwykle interesujących zjawisk, m.in. totipotencji komórki roślinnej, mutagenyzy somatycznej i procesu transformacji genetycznej. Totipotencja wyraża się zdolnością do odtworzenia całej rośliny z jednej wyizolowanej z organizmu komórki. Somatyczna mutagenyza jest natomiast następstwem spontanicznej lub indukowanej zmienności komórek organizmu roślinnego i ujawnia się w postaci mutacji. Eksplantaty *ex vitro* są wyjątkowo dogodnym obiektem do indukowania mutacji u wielu gatunków roślin uprawnych. Działaniu promieniowania X lub gamma poddaje się najczęściej izolowane liście lub fragmenty międzywęźli, z których później poprzez pąki przybyszowe regeneruje się rośliny o zmienionych cechach. Jeszcze inne możliwości stwarza inżynieria genetyczna, w której kultury *in vitro* są narzędziem niezastąpionym. W procesie transformacji genetycznej udaje się obecnie wprowadzić do komórek roślinnych obce geny – z innej rośliny wyższej, z wirusa, bakterii, drożdży lub zwierzęcia, które zmieniają właściwości biorcy w pożądanym przez hodowców kierunku. Do transferu genów wykorzystuje się m.in. niektóre gatunki bakterii, np. *Agrobacterium tumefaciens* i *A. rhizogenes*, którymi zakaza się eksplantaty *in vitro*, pełniące rolę odbiorcy nowej informacji genetycznej. Z zainfekowanych bakterią eksplantatów rozwijają się następnie rośliny określane mianem transgenicznych o zupełnie nowych cechach, jakich w hodowli konwencjonalnej uzyskać nie można.

### 10.3. Rozmnażanie heterowegetatywne

Rozmnażanie heterowegetatywne, czyli przez szczepienie – jak wcześniej wspomniano – polega na otrzymaniu nowego osobnika w wyniku połączenia fragmentów dwóch organizmów, najlepiej blisko spokrewnionych systematycznie. Istnieje wówczas tzw. zgodność anatomiczna i fizjologiczna stymulująca procesy regeneracji, umożliwiające zespolenie dwóch osobników w jeden nowy organizm. Rozmnażanie przez szczepienie znajduje zastosowanie przeważnie dla drzew i krzewów ozdobnych, sporadycznie dla roślin ozdobnych zielnych. Tymi dwoma komponentami niezbędnymi dla zrealizowania szczepienia są podkładka i zraz. Podkładką jest zwykle tzw. forma dzika, mniej dekoracyjna, przeważnie z systemem korzeniowym, którą uszlachetnia się zrazem, czyli fragmentem odmiany dekoracyjnej, pożądanej. Zabieg szczepienia wykonuje się różnymi sposobami i technikami. Aby był skuteczny, musi być wykonany precyzyjnie, ostrym nożem z zachowaniem higieny. Oprócz szczepienia zrazami można szczepić także pąkami, czyli oczkami. Oczko, podobnie jak zraz, pozyskuje się z jednorocznego przyrostu pędu. Zdejmuje się je wraz z fragmentem skórki, czyli z tzw. tarczką i umieszcza na podkładce w miejscu rozcięcia kory, przeważnie na szyjce korzeniowej lub w jej pobliżu, ale można także na różnej wysokości podkładki. Przez okulizację tzw. oczkiem śpiącym latem rozmnaża się róże przeznaczone do uprawy w gruncie oraz pod osłonami do uprawy tradycyjnej. Okulizację można wykonać również oczkiem żywym wiosną, wówczas wyrasta z niego pęd w tym samym okresie wegetacyjnym. W przypadku okulizacji oczkiem

śpiącym, pęd rozwija się z niego w następnym okresie wegetacji, czyli po przejściu spoczynku zimowego. Szczerzenie zrazami wykonuje się najczęściej na przełomie zimy i wiosny oraz wiosną, przed rozpoczęciem wegetacji, ale można także zimą (tzw. szczerzenie w rękę) i latem (tzw. szczerzenie zrazami fotosyntetyzującymi, np. w celu uzyskania piennych form agrestu i porzeczek).

W przypadku niektórych krzewów ozdobnych, bardzo trudno rozmnażających się za pomocą sadzonek pędowych, opracowano ich rozmnażanie jednocześnie przez szczerzenie na podkładkach łatwo i szybko wydających korzenie przybyszowe. Po złączeniu zrazą z podkładką za pomocą kłamyry (ryc. 24) całość umieszcza się w podłożu, gdzie następuje zrośnięcie się komponentów i jednoczesne ukorzenianie. Po raz pierwszy sposób ten zastosowano dla trudno ukorzeniających się sadzonek niektórych odmian różanecznika jakuszymańskiego (*Rhododendron degonianum* subsp. *yakushimanum* (Nakai) Hara). Podkładkami były łatwo wydające korzenie różanecznik pontyjski (*R. ponticum* L.) i mieszańiec *R. 'Cunningham's White'*. Obecnie sposób ten wykorzystuje się do rozmnażania odmian róż przeznaczonych do uprawy w podłożach inertnych. Jako podkładki służą tutaj róża odmiany 'Natal Briar' i róża 'Manetti'. Ten sposób rozmnażania nazywamy **stentling** (ryc. 24).



Ryc. 24. Rozmnażanie sposobem stentling

#### 10.4. Rozmnażanie wegetatywne przez specjalne diaspory

Liczne gatunki roślin wytwarzają wielokomórkowe diaspory wegetatywne, służące do rozmnażania, a tym samym utrzymania przez następne pokolenia. Są to m.in. rozmnożki pączkowe często wytwarzane przez paprocie i rośliny nasienne. Wśród paproci występują one np. u zanokcicy bulwkowatej (*Asplenium bulbiferum* G. Forst.), zanokcicy żyworodnej (*A. daucifolium* Lam.) i trującej *Tectaria cicutaria* (L.) Copel. Mają je także niektóre rośliny z rodziny gruboszowatych (*Crassulaceae*), np. *Bryophyllum daigremontianum* (Raym.-Hamet et H. Perrier) A. Berger, *B. laxiflorum* (Baker) Baker, *B. proliferum* Bowie ex Hook. i *B. tubiflorum* Harv.

Rozmnożki u tych roślin znajdują się na brzegu soczystych liści lub na końcu walczkowatych liści. Powstają one z komórek merystematycznych i po osiągnięciu charakterystycznej wielkości oraz rozwinięciu zawiązków korzeni odpadają od liścia, i jeśli znajdą korzystne warunki ukorzeniają się i dają początek nowej roślinie. Rośliny

wytwarzające rozmnożki z pąkiem, małymi liśćmi i zawiązkami korzeni nazywane są **żyworodnymi**. Większość rozmnożek odznacza się niedużą wielkością w stosunku do organizmu macierzystego, który je wytworzył. Właściwość ta umożliwia roślinie macierzystej wykształcenie licznych diaspor, bez zbyt wielkiego zużycia materiału, a ponadto ułatwia ich rozprzestrzenianie. Duża liczba diaspor ma dla rozmnażania roślin bardzo ważne znaczenie, ponieważ wiele z nich, a niekiedy nawet ogromna większość, nie znajduje w ogóle korzystnych warunków do kiełkowania i rozwoju. Również znaczna część młodych roślin obumiera, zanim osiągnie zdolność rozmnażania. Wykształcenie tylko jednej diaspyry byłoby zatem równoznaczne z rychłą zagładą gatunku. Dlatego rozmnażanie cechuje często olbrzymia, pozornie rozrzutna mnogość diaspor.

Oprócz ozdobnych roślin żyworodnych znane są także rośliny **półżyworodne**, wytwarzające na okazie macierzystym pąk wegetatywny z małymi liśćmi, ale bez zawiązków korzeni przybyszowych, które powstają dopiero po zetknięciu się diaspyry z wilgotnym podłożem. Przykładem takiej rośliny jest tolmieja Menziesia forma pączkowa – *Tolmiea menziesii* (Pursh) Torr. et A. Gray f. *gemmafera* Engl. z rodziny skalnicowatych (*Saxifragaceae*). Jest to oryginalna roślina o ozdobnych liściach do dekoracji wnętrz, ostatnio coraz popularniejsza.

Na rozłogach nadziemnych i podziemnych wielu roślin zielnych wieloletnich (bylin) powstają rozety liściowe z pąkami bocznymi, które zakorzeniają się i usamodzielniają po obumarciu rozłogów. Jako przykłady roślin o takim sposobie rozmnażania można wymienić np. jaskier rozłogowy (*Ranunculus repens* L.). Wśród roślin służących do dekoracji wnętrz rozmnożki na rozłogach nadziemnych (powietrznych) tworzą m.in. zielistka Sternberga (*Chlorophytum comosum* (Thunb.)), Jacques i skalnica rozłogowa (*Saxifraga stolonifera* Meerb.). Rozmnożki pączkowe w formie bulwek lub cebulek w pachwinach liściowych (w kątach między liściem i łodygą) wykształcają m.in. żywiec cebulkowy (*Cardamine bulbifera* (L.) Crantz; syn. *Dentaria bulbifera* L.) z rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*), lilia bulwkowata (*Lilium bulbiferum* L.), lilia tygrysia (*L. lancifolium* Thunb.), pochrzyn skrzydlaty (*Dioscorea alata* L.), pnącze do dekoracji wnętrz z rodziny pochrzynowatych (*Dioscoraceae*) i anredera sercolistna (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis).

Rozmnożkami pączkowymi są także cebule przybyszowe takich roślin ozdobnych, jak tulipan (*Tulipa* L.), narcyz (*Narcissus*), hiacynt (*Hyacinthus*), lilia (*Lilium*), szachownica (*Fritillaria*), cebulica (*Scilla*), przebiśnieg (*Galanthus*), śnieżyca (*Leucojum*), szafirek (*Muscari*), śniedek (*Ornithogalum*), zwartnica (*Hippeastrum*), nerina (*Nerine*) i wiele innych.

Bulwy to także rozmnożki pączkowe, mogą być różnego pochodzenia. Wytwarzają je m.in. begonia bulwiasta (*Begonia ×tuberhybrida* Voss.), cyklamen perski (*Cyclamen persicum* Mill.), glorioza Rotszylda (*Gloriosa superba* L.; syn. *G. rothschildiana* O'Brien), frezja (*Freesia*), szafran (*Crocus*), zimowit (*Colchium*), rannik zimowy (*Eranthis hyemalis* (L.) Salisb.), liatria kłosowa (*Liatris spicata* (L.) Willd.), jaskier bulwkowy (*Ranunculus bulbosus* L.), mieczyk (*Gladiolus*), amarylis (*Amaryllis*), zawilec koronowy (*Anemone coronaria* L.), kokorycz pusta (*Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte) i pełna (*C. solida* (L.) Clairv.), szczawik Deppego (*Oxalis tetraphylla* Cav.), trójkątnolistny



(*O. triangularis* A. St.-Hil.) i Regnela (*O. regnellii* Miq.), tuberoza meksykańska (*Polianthes tuberosa* L.), syningia okazała (*Sinningia speciosa* (Lodd.) Hiern). Bulwy pochodzenia korzeniowego występują u dalii (*Dahlia* × *hortensis* Guillaumin).

Diasporami wegetatywnymi są także kłącza, bowiem służą one do rozmnażania. Tworzą je m.in. kosańce (*Iris Barbata*-Grp.), cantedeskia etiopska (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.), Elliotta (*Z. elliotiana* (W. Watson) Engl.), i Rehmana (*Z. rehmannii* Engl.), paciorecznik (*Canna*), alstremeria (*Alstroemeria* L.), sansewieria gwinejska (*Sansevieria trifasciata* Prain), grzybień biały (*Nymphaea alba* L.). Cienkie kłącza podziemne zwane rozłogami tworzy np. konwalia majowa (*Convallaria majalis* L.).

## 10.5. Zarodki somatyczne, czyli „sztuczne nasiona”

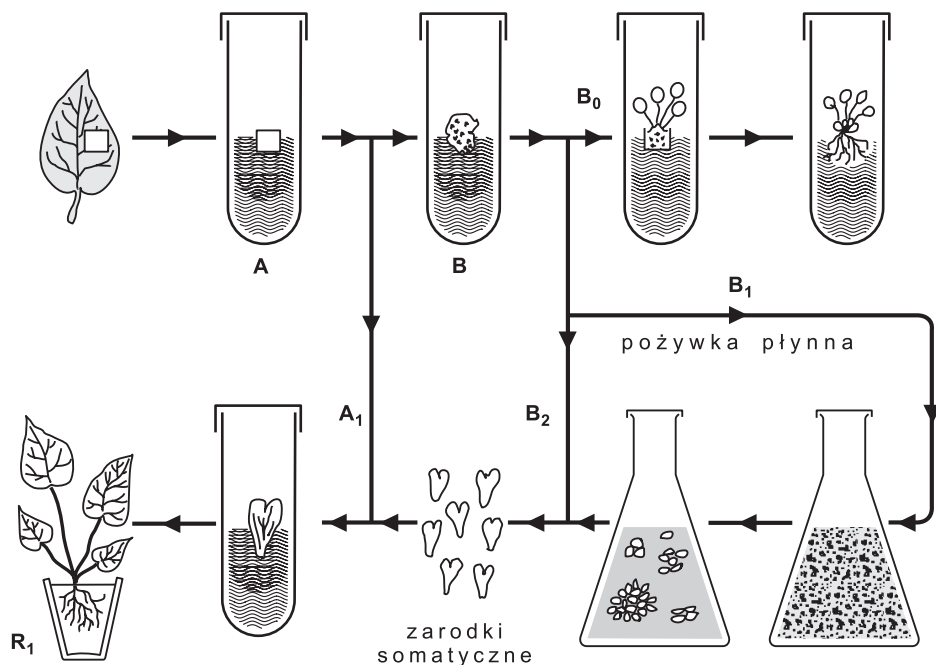
Marek Jerzy

Zarodki somatyczne (powstające z komórek somatycznych) można uzyskać tylko w warunkach sterylnych *in vitro*. Zarodek taki otoczony kapsułką silikonową stanowi nasienie, w tym przypadku sztuczne, bo niepowstające w wyniku rozmnażania płciowego. Możliwość powstania zarodków somatycznych opiera się na zdolności regeneracyjnej roślin. Każda żywa komórka roślinna zawiera całość informacji genetycznej potrzebnej do wzrostu i rozwoju osobniczego. Jeżeli zatem zapewni się jej niezbędny zestaw czynników potrzebnych do uruchomienia tej informacji, wtedy powinien być możliwy rozwój komórki w roślinę. Tę zdolność komórek dojrzałego organizmu do odróżnicowania się i odtworzenia kompletnego organizmu nazywa się totipotencją lub totipotencjalnością. Jest to możliwe tylko w warunkach *in vitro*.

Zarodki somatyczne mogą powstawać w dwojaki sposób: bezpośrednio z komórek tej części rośliny, którą pobrano do kultury *in vitro* (ryc. 25) lub przez wytworzenie embrionalnej tkanki kalusowej. Drugi sposób występuje wtedy, gdy tworzy się kalus, a najczęściej dwie jego formy – embriogenna i nieembriogenna. Obie formy kalusa znacznie różnią się makroskopowo. Tkanka embrionalna może zachować zdolność do wytwarzania zarodków somatycznych przez okres trwający zwykle kilka tygodni lub miesięcy, a nawet wiele lat.

Wśród roślin uprawnych istnieje duże zróżnicowanie zdolności do wytwarzania zarodków somatycznych w ogóle, intensywności przebiegu tego procesu, czasu jego trwania i innych czynników. W kulturach zawiesinowych tworzą się zarodki somatyczne petunii i cyklamena. Znacznie więcej roślin dwuliściennych tworzy zarodki somatyczne na pożywcę stałej, nie tylko z kalusa, lecz również bezpośrednio, wprost z komórek eksplantatu. Dotyczy to takich gatunków, jak frezja, wilczomlecz piękny i pelargonja.

Zarodki somatyczne mogą kielkować i kontynuować rozwój, tworząc rośliny (oznaczone symbolem  $R_1$ ), które po odpowiedniej adaptacji można uprawiać w typowych dla danego gatunku warunkach. Udało się uzyskać zarodki somatyczne, a tym samym sztuczne nasiona licznych warzyw (marchew, kalafior, seler, ogórek), roślin rolniczych (lucerna siewna i mieszańcowa, koniczyna biała, rzepak, soja), innych roślin użytkowych – cytryna, kawa, niektórych gatunków drzew leśnych [Malepszy 1988] oraz wielu roślin ozdobnych, oprócz wspomnianych wcześniej m.in. także róży (*Rosa* sp.).



**Ryc. 25.** Powstawanie zarodków somatycznych. A. Eksplantat wyjściowy – wycinek liścia. A<sub>1</sub> – tworzenie się zarodków somatycznych wprost z eksplantatu. B. Eksplantat obrosnięty tkanką kalusową. B<sub>0</sub> – tworzenie się pędów i korzeni przybyszowych na pożywce stałej; B<sub>1</sub> – tworzenie się zarodków somatycznych na pożywce płynnej; B<sub>2</sub> – tworzenie się zarodków somatycznych z kalusa, na pożywce stałej. R<sub>1</sub>. Roślina rozwinięta z zarodka somatycznego.

## 10.6. Przemiana pokoleń u paproci

Przemiana pokoleń to w typowym przypadku regularne następowanie po sobie dwóch pokoleń, które różnią się sposobem rozmnażania. Często są zupełnie odmiennie zbudowane i stanowią samodzielne osobniki. Jedno pokolenie rozmnaża się bezpłciowo, za pomocą spor, czyli zarodników i nazywane jest sporofitem, a drugie rozmnaża się płciowo i nosi nazwę gametofitu. Ulistniona paproć wytwarza bezpłciowo spory, jest więc sporofitem. Spory po dojrzeniu wysypują się z zarodni i każda z nich kiełkuje, jednak nie rozwija się z niej nowa ulistniona roślina paproci, lecz mały plechowaty twór, zwany przedroślem, które rozmnaża się płciowo, czyli jest gametofitem. Dopiero zapłodniona komórka jajowa znajdująca się na przedroślu rozwinię się znowu w ulistnioną roślinę paproci. Jest to sporofit mający z reguły diploidalną liczbę chromosomów. W tym pokoleniu proces wytwarzania komórek rozrodczych, tj. spor, jest związany z podziałami mejotycznymi, w wyniku których liczba chromosomów ulega redukcji do połowy. Powstające haploidalne spory (zarodniki) dają początek nowym gametofitom. Każda z wymienionych komórek rozrodczych jednego pokolenia wytwarza tylko drugie pokolenie. W ten sposób sporofit i gametofit następują po sobie regularnie na zmianę.

To regularne następstwo pokoleń może być jednakże zakłócone z kilku powodów, które nie będą tutaj przedstawione [patrz *Botanika*, T. II. Systematyka. 1993. A. i J. Szwejkowscy, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 637].

Paprocie, które wydają pełnowartościowe (kiełkujące) zarodniki, mogą być z nich rozmnożone. Zarodniki można wysiewać na podłoża tradycyjne (miał torfowy) w mnożarce lub na pożywki w warunkach sterylnych, czyli *in vitro*. Nefrolepisa wysokiego [*Nephrolepis exaltata* (L.) Schott], ważną paproć do dekoracji wnętrz, nie można rozmnażać z zarodników, ponieważ są one zdegenerowane i nie kiełkują. Rozmnaża się ją przez rozłogi w warunkach niesterylnych (*in vivo*) i *in vitro*.

## 10.7. Rozmnażanie płciowe (generatywne)

Wśród roślin ozdobnych zdecydowanie przeważają rośliny wytwarzające nasiona w wyniku skomplikowanego procesu płciowego. Dzięki zakończeniu tego procesu wydaniem nasion rozmnażanie to można także nazywać generatywnym. Jest ono realizowane przez samą roślinę, a ogrodnik wykorzystuje „efekt” rozmnażania generatywnego, czyli właśnie nasiona. Podstawą rozmnażania generatywnego jest zapłodnienie. Jądro jaja znajdującego się w zalążku łączy się z jądrem plemnika. Z zapłodnionego w ten sposób jaja rozwija się zarodek, czyli zaczątek przyszłej rośliny. I takie nasiona z powstałym w ten sposób zarodkiem są zdolne do kiełkowania. Zdarza się jednakże u niektórych gatunków z rodzaju róża (*Rosa*) i jarzab (*Sorbus*), że nasiona powstają także w wyniku apomiksji, czyli bez zapłodnienia, z różnych elementów woreczka zalążkowego.

Nasiona poszczególnych gatunków roślin ozdobnych mogą się bardzo różnić pod względem zdolności kiełkowania. Niektóre z nich tracą ją szybko, powinno się je zatem wysiewać jak najwcześniej po dojrzewaniu. Przed wysiewem nasiona poddawane są różnym ocenom i testom, mającym stwierdzić ich przydatność produkcyjną. Czasami zachodzi również konieczność specjalnego przysposobienia ich do kiełkowania. Stosowane bywają w tym celu metody fizyczne i chemiczne, z czym studenci zapoznają się na ćwiczeniach. Z nasion rozmnażać można większość gatunków roślin ozdobnych, chociaż stosunkowo najczęściej rośliny jednoroczne i dwuletnie uprawiane w gruncie.

## 10.8. Wybór sposobu rozmnażania

Wybór sposobu rozmnażania zależy od właściwości danego gatunku i od spodziewanych efektów ekonomicznych. Pierwszeństwo należy przyznać – jeśli to możliwe – rozmnażaniu z nasion, i to nawet wtedy, gdy nie ma całkowitej pewności, że rośliny otrzymane z nasion są „lepsze” niż potomstwo pochodzenia wegetatywnego. Przy rozmnażaniu z nasion zachowuje się cały zakres zmienności danego gatunku, co jest warunkiem jego dalszego rozwoju. Nie ma wtedy także problemu z chorobami wirusowymi. Tylko u drzew i krzewów ozdobnych z rodzaju *Prunus* niektóre choroby wirusowe mogą być przenoszone przez pyłek.

Rozmnażanie z nasion nie zawsze jest możliwe. Znajduje ono zastosowanie prawie wyłącznie w odniesieniu do gatunków, czyli w tych przypadkach, gdy z nasion można uzyskać rośliny identyczne z rośliną mateczną. Dotyczy to m.in. licznych roślin ozdob-

nych jednorocznych, dwuletnich, bylin, gatunków do dekoracji wnętrz, drzew i krzewów ozdobnych oraz nowych roślin ozdobnych, dopiero wprowadzanych do uprawy. Znacznie gorsze wyniki daje rozmnażanie z nasion odmian. Wprawdzie, rozmnażając z nasion niektóre odmiany drzew i krzewów ozdobnych, np. *Thuja occidentalis* 'Columna' czy *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea', można uzyskać tyle okazów odtwarzających cechy odmian, że sposób ten rzeczywiście się opłaca. Gerberę do uprawy w doniczkach także rozmnaża się z nasion. Ostatnio, coraz częściej, rozmnaża się tym sposobem pelargonie pasiastą przeznaczoną do sadzenia na rabatach (*Pelargonium zonale* (L.) L'Hér.) i coraz więcej bylin.

Dlaczego z nasion odmian i form bardzo rzadko uzyskuje się jednolite potomstwo? Zależy to przede wszystkim od sposobu powstania odmian i form. Szczególnie u heterozygotycznych odmian uprawnych obserwuje się zjawisko mniej lub bardziej intensywnego rozszczepienia cech. Jest ono przydatne w hodowli nowych odmian. Dlatego odmiany i formy heterozygotyczne rozmnaża się zwykle wegetatywnie. Odmiany pochodzenia klonalnego są znacznie przydatniejsze do rozmnażania z nasion. Gatunki natomiast rozmnaża się wegetatywnie, gdy uzyskanie nasion jest kłopotliwe, np. gdy otrzymuje się je tylko z importu, gdy szybko tracą zdolność kiełkowania, gdy rośliny z różnych powodów nie wykształcają nasion, gdy nasiona znajdują się w głębokim spoczynku i trudno je doprowadzić do kiełkowania, gdy rośliny rozmnożone wegetatywnie dorastają szybciej do dojrzałości handlowej i z innych jeszcze względów. Wybór sposobu rozmnażania należy zatem wnikliwie rozpatrzyć, bo ma on ważne znaczenie dla spodziewanego zysku z produkcji.

# 11. Profilaktyka, higiena oraz najgroźniejsze choroby i szkodniki i ich zwalczanie

---

Im więcej profilaktyki i higieny, tym mniej ryzyka w produkcji roślin ozdobnych. W każdym rodzaju produkcji roślin powinna obowiązywać higiena na wysokim poziomie, lecz szczególnie ważna jest ona pod osłonami. W uprawie gruntowej korzystne warunki dla roślin zapewnia zdrowa gleba, niezawierająca zarodników patogenicznych grzybów i bakterii oraz wolna od szkodników. Zdecydowanie trudniejsze do zwalczania są bakterie. Po zakończonym cyklu uprawy, z pola należy usunąć wszelkie resztki roślinne i trwale je zniszczyć, np. przez spalenie. Podczas trwania okresu wegetacji dąży się do utrzymania roślin zdrowych i pozbawionych szkodników. Usuwa się także rośliny niepożądane, czyli chwasty, konkurujące w pobieraniu wody i soli mineralnych z roślinami głównymi. Chwasty mogą być także nosicielami groźnych chorób, zwłaszcza wirusowych i niektórych szkodników. W ostatnich latach rozprzestrzeniają się w uprawach kwiatarskich pasożytnicze nicienie, bardzo trudne do zwalczania. Pewnego rodzaju zaporę dla ich wędrówek stanowią wydzieliny korzeniowe aksamitek: wyniosłej (*Tagetes erecta* L.), rozpierzchłej (*T. patula* L.) i wąskolistnej (*T. tenuifolia* Cav.), które sadzi się wokół plantacji kwiatów. Niezbędne może być jednak zwalczanie chemiczne nicieni. Zdrowa gleba o optymalnej wilgotności, zawierająca składniki mineralne w dawce i proporcji stosowanej do określonej uprawy oraz próchnicę, nadającą jej korzystne właściwości buforowe i oporność wobec wielu niekorzystnych czynników jest podstawowym wymogiem dla każdego rodzaju produkcji kwiatarskiej. W przypadku niedużych powierzchni roślin ozdobnych w gruncie glebę można dezynfekować (o czym w dalszej części).

Przed rozpoczęciem uprawy w ogóle lub po zakończeniu cyklu produkcyjnego i rozpoczęciu kolejnego konieczna jest dezynfekcja podłoża oraz odkażenie pomieszczeń – szklarni, tuneli i innych pomocniczych oraz sprzętów i narzędzi używanych w czasie uprawy. We wszystkich rodzajach podłoży, na resztkach roślinnych oraz na konstrukcjach szklarni i tuneli mogą się znajdować – jak wcześniej wspomniano – zarodniki rozmaitych patogenów. Szczególnie niebezpieczne dla roślin ozdobnych są grzyby z rodzajów: *Alternaria*, *Botrytis*, *Cylindrocarpon*, *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora* i *Verticillium*. Wełna mineralna wykorzystywana jest do uprawy zwykle jeden raz i po jej zakończeniu usuwana. Keramzyt można poddać odkażaniu chemicznemu, a perlit prażeniu i użyć ponownie.

Od czasu II wydania tej książki, czyli od końca 2005 roku za sprawą Komisji Europejskiej zmniejszyła się radykalnie liczba zalecanych preparatów do dezynfekcji podłoża, szklarni, naczyń i sprzętów oraz do zwalczania chorób i szkodników. W tym wydaniu (III) uwzględniono preparaty zarejestrowane do ochrony roślin ozdobnych na 2009 rok [Łabanowski i in. 2009]. Konsekwencją decyzji KE będą ogromne trudności w ochronie roślin ozdobnych.



## 11.1. Dezynfekcja podłoża

Przed wykonaniem dezynfekcji podłoże należy przygotować tak jak do sadzenia roślin. Wskazane jest spulchnienie go 5 cm głębiej niż planowana głębokość dezynfekcji. Z ekologicznego punktu widzenia lepsza jest **dezynfekcja termiczna za pomocą pary wodnej**. Spulchnione podłoże przykrywa się folią termoodporną, tak aby obciążone brzegi ściśle przylegały do powierzchni. Pod folię wprowadza się parę wodną aż do czasu, gdy temperatura podłoża na głębokości 25 cm osiągnie 90°C. Czas parowania jednego stanowiska wynosi od 3,5–5 godzin.

Czasami parowanie przeprowadza się przy użyciu specjalnego pługa o szerokości 3 m, współpracującego z wytwornicą pary. Na początku zagonu trzeba wykopać rów głębokości 20–40 cm. Następnie umieszcza się w nim korpus pługa, zasypuje go podłożem i podłącza do wytwornicy pary. Za pomocą wyciągarki linowej pług przesuwany się do przodu z prędkością 4–20 m/h. Sadzenie nowych roślin może nastąpić po bezpiecznym obniżeniu się zawartości azotu amonowego, czyli po upływie około 4 tygodni od parowania. Zabieg ten wykonany starannie i właściwie jest najbardziej skuteczny w zwalczaniu patogenów glebowych, nicieni, owadów i nasion chwastów.

**Trisep 210 SL** (210 g etanolotriazyny w 1 l). Preparat zalecany do podlewania podłoża w stężeniu 0,5%, w dawce 4 l/m<sup>2</sup>. Zwalcza bakterie i grzyby chorobotwórcze. Może być także używany do zwalczania fytoftorazy przez podlewanie miejsc po wypadłych roślinach.

## 11.2. Dezynfekcja konstrukcji szklarni, stołów i przejść

Przed rozpoczęciem nowego cyklu produkcyjnego wymienione elementy powinny być dokładnie opryskane preparatem: Trisep 210 SL w stężeniu 1%. Ten sam preparat stosuje się do odkażania doniczek, skrzynek, narzędzi i maszyn oraz pomieszczeń magazynowych i sprzętu do składowania. Narzędzia, doniczki i skrzynki można zanurzyć w wymienionym preparacie lub dokładnie je opryskać. Bezpośrednio po wyschnięciu mogą być użyte w produkcji.

Dezynfekcji wymagają maty przed drzwiami i zaraz za drzwiami szklarni, namiotów foliowych, magazynów, przechowalni, stoły i przejścia pod osłonami oraz szkło i folia. Oprócz preparatu już wymienionego można użyć do tego celu także fungicyd Miedzian 50 WP w stężeniu 0,3%, w formie obfitego opryskiwania. Do odkażania powierzchni betonowych można wykorzystać mieszaninę złożoną z 4 kg wapna hydratyzowanego i 300 ml lizolu na 10 l wody, dokładnie je opryskując [Wojdyła 2002].

W szklarniach i namiotach foliowych **nie wolno palić tytoniu**. W wielu gospodarstwach jest to konieczny warunek, aby można było w nich w ogóle pracować. Wskutek palenia tytoniu może być przenoszony wirus mozaiki tytoniu (TMV). Personel pracownicy musi przestrzegać ściśle higieny, polegającej m.in. na zmianie odzieży na zdezynfekowaną (białe kitle), na zmianie obuwia, na myciu rąk i zakładaniu białych odkażonych rękawiczek. Największe środki ostrożności i czystość obowiązują podczas pobierania sadzonek i dalszego z nimi postępowania oraz podczas procedury rozmnażania *in vitro* [Bruin 2000].

### 11.3. Najczęstsze choroby roślin ozdobnych, profilaktyka i zwalczanie

Na roślinach ozdobnych występują najrozmaitsze choroby, właściwie każdy gatunek ma swoje specyficzne. Ale niektóre choroby są wspólne dla licznych taksonów, czyli występują najczęściej, dlatego nazywane bywają pospolitymi, i tylko te ogólnie zostały tutaj omówione.

**Zgorzel zgnilakowa.** Sprawcami tej choroby są grzyby z rodzaju *Pythium* – *P. ultimum* Trow. i *P. splendens* H. Braun. Źródłem tych patogenów może być podłoże, pojemniki używane do uprawy lub sadzonki pochodzące z chorych roślin matecznych. *P. ultimum* rozwija się przy temperaturze od kilku do 33°C, a *P. splendens* – przy około 20°C i przy wysokiej wilgotności powietrza. Na zainfekowanych roślinach nekroza rozwija się błyskawicznie (około 1 cm na dobę). Grzyby te atakują rośliny młode – począwszy od kielków, a skończywszy na kilkuletnich okazach.

U kielkujących roślin wywołują zgorzel przedwzchodową. Porażone rośliny brązowieją i zamierają jeszcze przed ukazaniem się nad powierzchnią podłoża. Po wschodach u niektórych siewek brązowieje podstawa, z czasem zgnilizna rozszerza się ku górze. Jest to zgorzel powzchodowa. Rośliny giną całymi placami. Liście zainfekowanych roślin żółkną i brązowieją. Zgorzel zgnilakowa może wystąpić także na starszych roślinach. Na przykład u gerbery zamierają stożki wzrostu korzeni, co objawia się zahamowaniem wzrostu lub lekkim wędnięciem roślin podczas ciepłych dni, mimo wystarczającej ilości wody w podłożu. *P. splendens* powoduje zasychanie części korzeni u anturium, nawet 3–4-letniego.

Zapobieganie chorobie polega na zaprawianiu nasion (zaprawa Funaben T); dezynfekcji podłoża; przykryciu, po wysiewie nasion, powierzchni podłoża piaskiem, który szybko wysycha i hamuje infekcję roślin; opryskiwaniu powierzchni podłoża nieodkazanego, po wysiewie nasion mieszaniną preparatów Rovral Flo 255 SC (0,1%) lub podlaniem zawiesiną tego preparatu w dawce 2 l/m<sup>2</sup>; unikaniu gwałtownych amplitud temperatury podczas kielkowania nasion; unikaniu zbyt głębokiego sadzenia roślin na miejsca stałe i nadmiernie obfitego podlewania, zwłaszcza w dni bezsłoneczne. Gdy pojawią się pierwsze chore rośliny, należy je usunąć, a pozostałe podlać jednym z preparatów: Aliette 80 WP (0,2%), Amistar 250 SC (0,1%), Antifung 20 SL (25%), Bioczso BR (wg instrukcji) lub Bravo 500 SC (0,15-0,25%).

**Fytoftoroza.** Najgroźniejszymi grzybami dla wielu roślin ozdobnych są *Phytophthora nicotianae* B. de Haan, *P. cryptogea* Peth. et Laff., *P. palmivora* E.J. Butler i ostatnio odkryta u nas *P. ramorum* Werres, De Cook et Man. Grzyby te rozwijają się w temperaturze powyżej 20°C oraz w warunkach dużej wilgotności powietrza i podłoża. Przenoszą się one z zakażonymi sadzonkami lub podłożem.

Objawy chorobowe zależą od gatunku grzyba oraz porażonej rośliny. U gerbery latem szarzeją liście i roślina szybko wędnie wskutek porażenia podstawy pędu. U chryzantem brązowieją pędy na różnej wysokości i z czasem zamierają. Na goździkach liście stają się szarosłomkowe, a roślina zasycha stopniowo. Choroba rozwija się najszybciej w substracie torfowym i w podłożach inertnych.

Profilaktyka jest najistotniejsza w ochronie roślin przed tą chorobą. Dotyczy to dezynfekcji i higieny wszystkiego, co służy do produkcji roślin, o czym pisano wcześniej.

Jeśli grzyb znajduje się już wewnątrz roślin i część porażonych tkanek zamiera, jego eliminacja jest niemożliwa. Chorobę zwalcza wprowadzenie do podłoża (gleby) preparatów chemicznych, np. Aliette 80 WP (0,2%), Amistar 250 SC (0,1%), Antifung 20 SL (25%), Bravo 500 SC (0,15–0,25%) lub Folplan 80 WG (0,2%).

**Plamistość pierścieniowa.** Chorobę tę wywołuje grzyb *Myrothecium roridum* Tode. Objawia się ona na początku w formie szarzielonych, okrągłych, niewielkich plam na liściach. W temperaturze powyżej 20°C przebarwienia te powiększają się szybko, brązowieją, a czasami są ciemnobrunatne. Bywa, że plamy występują także na ogonkach liściowych, łodygach lub nawet na działkach kielicha. Rozprzestrzenianiu choroby zapobiega używanie sadzonek i rozsady wolnych od grzyba, unikanie zraszania roślin zimą oraz w czasie pochmurnych i dżdżystych dni, usuwanie i palenie porażonych liści lub całych roślin. Zwalczenie chemiczne polega na opryskiwaniu 2–3 razy po wystąpieniu pierwszych objawów chorobowych na roślinach, co 7–10 dni preparatami, np. Amistar 250 SC (0,05–0,15%), Biochicol 020 PC (0,5–2%), Bravo 500 SC (0,15–0,25%), Gwarant 500 SC (0,2%) lub Topsin M500 SC (0,1%).

**Verticilioza.** Najczęstszym patogenem wywołującym tę chorobę jest grzyb *Verticillium alboatrum* Reinke et Bert. Występuje on na ponad 300 gatunkach roślin. Źródłem infekcji są zrazy i sadzonki zakażone grzybem, lecz jeszcze bez widocznych objawów chorobowych; podłoże, w którym patogen może bytować nawet 15 lat; stoły szklarniowe z resztkami podłoża; nieodkazywane pojemniki wcześniej używane do uprawy oraz składowiska roślin lub ich pozostałości wyrzucane ze szklarni, tunelu lub szkółki po zakończeniu cyklu produkcji, na których grzyb obficie zarodnikuje.

Grzyb poraża korzenie i podstawę pędu, a następnie przenika do wiązek przewodzących i stopniowo przemieszcza się do wierzchołka pędu. Wskutek zatykania naczyń przewodzących wodę i sole mineralne, liście zaczynają stopniowo żółknąć, a następnie brązowieją i zwisają na łodydze lub opadają. Wraz z postępem choroby więdną pojedyncze pędy, a także całe rośliny. Latem, przy temperaturze 25°C i wyższej, patogen rozwija się szybko. Jest on niebezpieczny dla roślin rosnących w podłożu inertnym. Grzyb wniesiony, chociażby na jednej roślinie, rozprzestrzenia się wraz z pożywką, opanowując w krótkim czasie całą uprawę.

Zapobieganie tej groźnej chorobie polega na uprawie roślin wolnych od patogenu, w pomieszczeniach i podłożach zdezynfekowanych. Po pojawieniu się choroby, np. w szklarni, niezbędna jest wymiana podłoża lub jego odkażenie. Chore, pojedyncze rośliny usuwa się i pali, a rosnące obok w promieniu 50 cm podlewa preparatem Trisep 210 SL (0,75%). Następnie wszystkie rośliny opryskuje się kilkakrotnie co 10–14 dni preparatem Topsin M500 SC (0,1%).

Oprócz chorób wywoływanych przez grzyby groźne są choroby bakteryjne, wirusowe i powodowane przez fitoplazmy, z którymi studenci zapoznają się, studiując przedmioty dotyczące ochrony roślin.

## 11.4. Najgroźniejsze szkodniki roślin ozdobnych

Rośliny ozdobne są atakowane przez niezliczoną liczbę szkodników, należących do rozmaitych systematycznych grup zwierząt. Każda roślina „ma” specyficzne gatunki szkodników, ale są także wspólne dla wielu roślin. Tutaj opisano krótko tylko kilka grup

szkodników, powodujących największe straty w produkcji kwaciarskiej. Szczególnie groźne są szkodniki kwarantannowe przybyłe z roślinami sprowadzonymi z różnych krajów, zwłaszcza z Europy Zachodniej. Należą do nich m.in.: wciornastek zachodni (*Frankliniella occidentalis* Perg.), mączlik wilczomlecza pięknego – poinsecjowy [*Bemisia tabaci* (Gen.)], miniarka ciepłulubka (*Liriomyza trifolii* Burg.), miniarka szklarniówka (*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), nicien – korzeniak bananowy (*Radopholus similis* Cobb). Groźny jest zwłaszcza wciornastek zachodni w uprawie chryzantem szklarniowych, bowiem jest on dodatkowo wektorem wirusa brązowej plamistości pomidora (TSWV), choć żeruje także na wielu innych roślinach ozdobnych.

Do najgroźniejszych i często spotykanych szkodników roślin ozdobnych można zaliczyć m.in.: mszyce, przędziorki, wciornastki, miniarki, opuchlaka truskawkowca i nicienie.

**Mszyce** należą do rzędu pluskwiaki – *Rhynchotha* (= *Hemiptera*), podrzędu pluskwiaki równoskrzydłe (*Homoptera*), rodziny mszycowatych (*Aphididae*). Są to owady małe lub bardzo małe, ciało mają delikatne i miękkie, rozmaicie zabarwione, czułki dość długie, skrzydła błoniaste, przednie większe (u samic rozmnażających się partenogenetycznie skrzydeł brak). Odnóża mają długie, cienkie, stopy dwuczłonowe, odwłok owalny lub prawie kulisty, zbudowany z 9 słabo zaznaczonych segmentów, z dobrze rozwiniętymi gruczołami woskowymi, których długie kanały wyprowadzające leżą wewnątrz charakterystycznych wyrostków, tzw. syfonów, którymi wydzielają słodką spadź. Szkodliwość bezpośrednia mszyc polega na wysysaniu „soków” z młodych pędów, liści lub korzeni. Przy masowych pojawach szkody przez nie wyrządzane są ogromne. Szkodliwość pośrednia mszyc to przenoszenie przez nie groźnych chorób wirusowych. Na przykład mszyca ogórkowa (*Aphis gossypii* Glover) przenosi wirusa mozaiki ogórka (CMV) porażającego także rośliny ozdobne. Żerowanie niektórych gatunków powoduje powstawanie wyrośli (galasów), ostatnio częstych na ozdobnych drzewach i krzewach iglastych. Rozmnażają się płciowo i partenogenetycznie (dzieworodnie), czyli są jajorodne, jajożyworodne lub żyworodne. Larwy są zawsze podobne do osobników dojrzałych. Często pokolenia obupłciowe występują na przemian z partenogenetycznymi (przemiana pokoleń).

Preparaty przeciwko szkodnikom należy stosować interwencyjnie, tzn. dopiero po zauważeniu na roślinach szkodnika lub typowych objawów jego żerowania. Do zwalczania mszyc, w zależności od ich gatunku bywają stosowane rozmaite preparaty, np. Decis 2,5 EC (0,03–0,05%), Sherpa 100 EC (0,04–0,05%), Fastac 100 EC (0,015–0,02%), Pirimor 500 WG (0,05–0,1%) lub Sumi-alpha 050 EC (0,04%).

Mączlik szklarniowy [*Trialeurodes vaporariorum* (Westw.)] zwalczają skutecznie Admiral 100 EC (0,075–0,1%), Rimon 100 EC (0,1%), Todome 24 SC (0,075–0,1%), Talstar 100 EC (0,05%) lub Confidor 200 SL (0,08%). Do niszczenia mączlika poinsecjowego (*Bemisia tabaci* (Gen.)) są używane Admiral 100 EC (0,075–0,1%) i Juventox 040 SL (0,075–0,1%).

**Przędziorki** należą do gromady pajęczków (*Arachnida*), podrzędu roztoczy (*Acariformes*) i rodziny przędziorkowatych (*Tetranychidae*). Przędziorki mają 0,2–1,5 mm długości, są jajowate i zazwyczaj jaskrawo ubarwione (czerwone, żółte lub zielone), a nogi mają długie i cienkie. Wiele gatunków ma zdolność wydzielania przędzy, którą pokrywa liście i pędy roślin. W cyklu rozwojowym przędziorków wyróżnia się następujące stadia: jaja, sześcionożne larwy, ośmionożne nimfy oraz także ośmionożne formy

doskonale. Żyją na liściach roślin, żywiąc się sokiem wyssanym z ich tkanek. W Polsce najbardziej rozpowszechniony jest przedziorek chmielowiec (*Tetranychus urticae* Koch), uszkadzający rośliny pod osłonami i w gruncie. W ostatnich latach szczególnie groźny jest przedziorek sosnowiec (*Oligonychus ununquus* (Jacobi), niszczący kilkumetrowej wysokości drzewa świerka klującego odmiany sienie (*Picea pungens* 'Glauca') w ciągu jednego okresu wegetacyjnego.

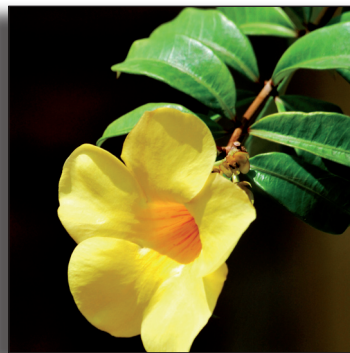
Do zwalczania przedziorków służą rozmaite preparaty, np. Karate Zeon 050 CS (0,05%), Apollo Plus 060 OF (0,125–0,15%), Nissorum 050 EC (0,06%) lub Pennstyl 600 SC (0,05%).

**Wciornastki** należą do rzędu przylżeńców (*Thysanoptera*) i rodziny przylżeńcowatych (*Thripidae*). Są to uskrzydłone owady o długości dochodzącej do 2 mm. Samce i samice różnią się barwą. Przechodzą rozwój prosty, czyli lęgną się z jaj. Odżywiają się sokami i pyłkiem roślin. Oprócz wspomnianego wcześniej wciornastka zachodniego spotykane są u nas inne gatunki, zwłaszcza wciornastek tytoniowiec [*Thrips tabaci* ssp. *communis* (Lindeman)].

Wciornastki niszczą takie preparaty, jak np. Biospin 120 SC (0,075%), Decis 2,5 EC (0,05%), Fastac 100 EC (0,025–0,05%), Sherpa 100 EC (0,05%) lub Sumi-alpha 050 EC (0,02%).

**Miniarki** należą do rzędu dwuskrzydłych (= Muchówki) – *Diptera* i rodziny miniarkowatych (*Agromyzidae*). Są to małe owady, długości 1,5–2,5 mm, przeważnie ciemno ubarwione, często z żółtym rysunkiem i metalicznym połyskiem. Larwy są czerwiowate, białawe lub kremowe. Żerują one najczęściej wewnątrz liści, wyjadając miny. Większość miniarek to gatunki wielożerne, a tylko nieliczne przywiązane są do wybranych gatunków roślin. Stosunkowo częściej występuje miniarka ciepłolubka, uszkadzająca m.in. chryzantemy, gerbere i łąszczec wiechowaty (gipsówka). Miniarki zwalczą się preparatami chemicznymi, takimi jak np. Biospin 120 SC (0,1–0,3%), Karate Zeon 050 CS (0,025–0,05%), Rimon 100 EC (0,1%) lub Vertigo 018 EC (0,05%). Miniarkę ciepłolubkę można zwalczać także metodą biologiczną, wprowadzając parazytoidy *Dacnusa sibirica* Tel. z rodziny męczelkowatych (*Braconidae*) i *Diglyphus isaeae* Walk. z rodziny *Eulophidae* po pojawieniu się pierwszych osobników na żółtych tablicach lepowych [Wilkaniec red. 2002].

**Opuchlak truskawkowiec** (*Otiorynchus sulcatus* L.) należy do rzędu chrząszczy (*Coleoptera*) i rodziny ryjkowcowatych (*Curculionidae*). Owad doskonały jest ciemnobrązowy, długości 9–13 mm. Pokrywy mają brunatne włoski, są drobno rowkowane. Ryjek jest krótki i spłaszczony. Pokrywy są zrosnięte. Larwy są beznogie. Pod osłonami zimują wyrosnięte larwy i imago. Larwy wgryzają się do korzeni roślin i w szklarni o temperaturze 20–23°C żerują przez cały rok. Żer kilku larw w jednej doniczce powoduje zamieranie roślin. Owady doskonałe żerują na liściach, pędach i pąkach. Na liściach żer jest widoczny w formie zatokowych wycięć na brzegu blaszki. Zwalczać je można następującymi preparatami chemicznymi: Cyperkill Super 25 EC (0,05%), Decis 2,5 EC (0,05%), Fastac 100 EC (0,02%), Sherpa 100 EC (0,05%), Sumi-alpha 050 EC (0,04%), Karate Zeon 050 CS (0,025–0,05%). Największe szkody wśród ozdobnych roślin doniczkowych wywołują larwy tego szkodnika, niszczące korzenie. Obecnie nie ma środków chemicznych zarejestrowanych do zwalczania larw.



**W szklarni szkodnik** ten może być **zwalczony za pomocą nicieni entomofagicznych**. Nicienie *Heterorhabditis heliothidis* [Khan, Brooks et Hirschmann] żyje w larwach opuchlaka, natomiast nie jest szkodliwy dla roślin, ludzi i zwierząt. Przenika do larwy przez jej otwór gębowy i inne pory w ciele. Wewnątrz niej, wraz z nicieniami, rozwijają się żyjące z nimi w symbiozie bakterie z rodzaju *Xenorhabdus*. Szybko rozmnażające się bakterie po 48 godzinach niszczą larwę opuchlaka. Nicienie odżywiają się wyłącznie bakteriami (jest to ich naturalny pokarm) i rozmnażają się w larwach, powodując w końcu ich całkowity rozkład.

Nicienie rozwijają się aktywnie i efektywnie niszczą opuchlaka, gdy podłoże, do którego są wprowadzane ma dostateczną wilgotność, temperaturę co najmniej 12°C, a podczas ich wprowadzania nie występuje intensywne promieniowanie słoneczne. Podczas pasożytowania nicieni nie zwalczą się chemicznie opuchlaka ani nie prowadzi się innych zabiegów ochronnych, ponieważ mogą szkodzić nicieniom [Czekalski 1993].

**Do zwalczania opuchlaka** wykorzystywany jest również **antagonistyczny grzyb *Metarhizium anisopliae*** (Metschnikoff) Sorokin, który jest naturalnym pasożytem owadów, zwłaszcza chrząszczy żyjących w glebie, rozpowszechnionym na całym świecie i we wszystkich typach gleb. Grzyb ten wprowadzany jest do gleby lub podłoża, gdy ich temperatura osiągnie minimum 15°C. Po zaistnieniu kontaktu grzyba z owadem doskonałym lub larwą opuchlaka już po kilku dniach szkodnik ginie. Grzyb rozwija się dalej, przerastając strzępkami ciało owada, na zewnątrz którego tworzą się zarodniki konidialne, stanowiące nowe źródło infekcji. Konidia utrzymują się w glebie około dwóch lat, dzięki czemu możliwe jest profilaktyczne stosowanie grzyba. Preparat grzybowy w formie granulatu o nazwie BIO 1020 po rozpuszczeniu w wodzie miesza się z glebą lub innym podłożem. Po zainfekowaniu owada (jaja, larwy lub imago), aktywność żerowania szkodnika stopniowo się zmniejsza, po czym obumiera on. Trwa to od 1 do 2 tygodni. Preparat można wprowadzać do podłoża, w którym są ukorzeniane sadzonki, pikowane siewki lub sadzone rośliny. Profilaktyczne użycie grzyba niszczy wszystkie stadia rozwojowe opuchlaka w około 94%, a wprowadzenie doraźne – w 80–90% [Czekalski 1993].

Doświadczenia z biologicznym zwalczaniem chorób i szkodników są kontynuowane na całym świecie. Być może metoda ta będzie miała w przyszłości znaczenie praktyczne i alternatywne do zwalczania chemicznego lub może całkowicie je zastąpi.

**Nicienie (*Nematoda*)** w obrębie typu bezkręgowców (*Invertebrata*) zaliczane są do wtórnojamowców pozornych (*Pseudocoelomata*). Ciało ich jest dwubocznie symetryczne, cylindryczne, nitkowate, zwężone na końcach, wyjątkowo owalne lub wrzecionowate, najczęściej mlecznobiałe, rzadziej żółte, pomarańczowe, czerwone lub zielone. Większość to organizmy mikroskopijne. Otwór gębowy znajduje się na szczycie przedniego końca ciała. Ciało pokryte jest grubym oskórkiem, który u większości gatunków jest gładki, u części prążkowany lub pierścieniowany, a u gatunków wolno żyjących pokryty szczecinkami. Większość gatunków jest rozdzielнопłciowa, z wyraźnym dymorfizmem płciowym, samce są mniejsze i mają tylną część ciała zagiętą lub spiralnie zwiniętą. Gatunki roślinożerne żywią się tkankami roślin, niszcząc je. Należą one przeważnie do rodziny węgorzkowatych (*Aphelenchoididae*). Szkodnikiem kwarantannowym jest korzeniak bananowy (*Radopholus similis* Cobb) uszkadzający korzenie anturium. Szkodniki i choroby kwarantannowe wymagają całkowitego zniszczenia. Nicienie są szkodnikami wielu innych roślin ozdobnych, np. chryzantem – węgorzek chryzantemowiec [*Aphelenchoides ritzemabosi* (Schw.)], lilii – węgorzek truskawkowiec (*Aphelenchoides fragariae* R.B.),

korzeniak szkodliwy (*Pratylenchus penetrans* Cobb) i spiralnik olbrzymi (*Rotylenchus robustus* Goodey), szafrana – węgórek narcyzowiec (*Aphelenchoides subtenuis* Cobb), narcyza – niszczyk zjadliwy [*Ditylenchus dipsaci* (Kuchn.)], szkodnik kwarantannowy! Do zwalczania nicieni bywają stosowane preparaty: Nemasol 510 SL, Nemazin 97 XX i Nemazin 97 FG.

Szkodnikami kwarantannowymi roślin ozdobnych są owady: mączlik poinsejowy (*Bemisia tabaci* Gen.), miniarka ciepłolubka (*Liriomyza trifolii* Burg.), miniarka szklarniówka [*L. huidobrensis* (Blanchard)], mól szklarniaczek (*Opogona sacchari* Bojer) – szkodnik draceni, drąży kanały w kłózdzinach i wciornastek zachodni (*Frankliniella occidentalis* Perg.) oraz nicienie: guzak północny (*Meloidogyne hapla* Chitw.), korzeniak bananowy (*Radopholus similis* Cobb) i niszczyk zjadliwy [*Ditylenchus dipsaci* (Kuchn.)].

## 11.5. Środki ochrony roślin pochodzenia naturalnego

Zainteresowanie wymienionymi środkami ochrony roślin szybko rośnie ze względu na zaostrzające się reżimy ochrony środowiska i bezpieczeństwo zdrowia ludzi. Są one oparte na mikroorganizmach oraz zawierają ekstrakty roślinne i zwierzęce. Wszystkie tutaj wymienione są zarejestrowane w Polsce i nie ma przeszkód w ich stosowaniu.

**Polyversum** jest preparatem mikrobiologicznym, stosowanym doglebowo i skutecznie zapobiegającym chorobom grzybowym, takim jak np. zgorzeli zgnilakowej cebul, fuzariozie, fytoftoriozie, szarej pleśni, zgniliznie twardzikowej, rizoktoniozie, mączniakowi prawdziwemu i rzekomemu. Zalecane stężenie cieczy użytkowej do podlewania roślin wynosi 0,05%. Czynnikiem aktywnym w tym preparacie jest grzyb *Pythium oligandrum* Drechsler.

**Contans** zawiera czynnik aktywny – grzyb *Coniothyrium minitans* Campbell. Działa niszcząco tylko na grzyby z rodzaju *Sclerotinia*, wywołujące zgniliznę twardzikową. Preparat ten trzeba zastosować doglebowo w dawce 0,4–0,8 g/m<sup>2</sup>, 3 miesiące przed rozpoczęciem uprawy.

**PreFeRal** zawiera jako czynnik aktywny zarodniki grzyba *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) A. Brown et G. Smith, rozwijające się optymalnie w temperaturze 20–25°C i w wysokiej wilgotności powietrza (80%). Preparat stosuje się dolistnie w stężeniu 0,2–0,4%. Zwalcza mączlika szklarniowego. Po zastosowaniu preparatów mikrobiologicznych zawierających zarodniki grzybów nie należy w ogóle używać fungicydów!

**Biosept 33 SL** zawiera ekstrakt z owoców (mięsz i nasiona) grejpfruta (*Citrus paradisi* Macfad.). Chroni rośliny ozdobne przed chorobami organów nadziemnych: mączniakiem rzekomym i prawdziwym, antraknozą, alternariozą, szarą pleśnią, rdzami i plamistościami liści, bakteriozami oraz przed chorobami grzybowymi i bakteryjnymi, podstawy pędu i siewek. Do podlewania zaleca się stężenie 0,05%, a do opryskiwania 0,1–0,2%. Dla preparatu tego nie ustalono okresu karencji, dzięki czemu może być stosowany często. Biosept 33 SL może być używany także do zwalczania glonów na szkle, folii i podłożu.

**Biochikol 020 PC** jest preparatem pochodzenia zwierzęcego. Zawiera chitozan otrzymany z pancerzy skorupiaków morskich. Chroni rośliny ozdobne przed wirusami,

bakteriami i grzybami oraz wykazuje jednocześnie działanie stymulujące odporność. Przeciwno *Fusarium oxysporum* Schlecht. i grzybom z rodzaju *Phytophthora* rośliny podlewa się roztworem tego środka o stężeniu 0,5–1%. Do zwalczania mączniaków, rdzy oraz plamistości liści i kwiatów stosuje się opryskiwanie o stężeniu 0,5–2%. Cebule, bulwy i kłącza przed patogenami grzybowymi zaprawia się w stężeniu 1–2% [Ratajkiewicz 2004].

**Bioczos BR** jest preparatem zawierającym zmielony czosnek. Występuje w granulach otoczonych parafiną. Zalecany jest do ochrony przed mączniakami rzekomymi i prawdziwymi, szarą pleśnią oraz przed innymi chorobami i różnymi szkodnikami roślin.

Znane są ponadto inne preparaty biologiczne, np. Bio Blatt 25 EC, Biobit 3,2 WP, Bactospeine 16000 WP, Dipel 3,2 WP, Spruzit 04 EC, Spruzit DP i Thuridan – krem PA, służące do zwalczania chorób i szkodników różnych roślin ogrodniczych.

## 11.6. Efektywne mikroorganizmy

Efektywne Mikroorganizmy (EM®) to szczepionka mikrobiologiczna składająca się z mieszaniny żywych kultur mikroorganizmów takich jak: bakterie kwasu mlekowego, drożdże i inne występujące powszechnie w środowisku naturalnym. Szczepionka została opracowana przez japońskiego ogrodnika – biotechnologa Teruo Higo. Obecnie zalecana i stosunkowo najczęściej bywa stosowana w uprawach rolniczych i w chowie zwierząt gospodarskich. Ale zaczyna być używana także w ogrodnictwie, w tym w uprawie roślin ozdobnych. Dotychczasowe technologie uprawy roślin ozdobnych w gruncie, czyli w glebie, oparte są przede wszystkim na nawozach mineralnych, wapnowaniu i środkach ochrony roślin, co prowadzi do spadku ilości pożytecznych mikroorganizmów, niezbędnych do biologicznej aktywności gleby. Wywiera to niekorzystny wpływ na wzrost i rozwój roślin. W glebach, w których uprawiane rośliny żywione są wyłącznie nawozami mineralnymi zmniejsza się zawartość próchnicy. Zawartość próchnicy wynosząca 2% uważana jest za poziom dolny. Optymalną jest zawartość próchnicy wynosząca 5%. Podobne niebezpieczeństwo może wystąpić w uprawie roślin na tradycyjnych podłożach w szklarniach i w namiotach foliowych. Wprowadzone w szczepionce mikroorganizmy w korzystnych warunkach rozmnażają się w postępie geometrycznym, przywracając glebie lub innym tradycyjnym podłożom sprawność biologiczną. Uważa się nawet, że regularne stosowanie EM przez kilka lat zastępuje różnorodność wprowadzaną przez płodozmian. Preparaty EM nie zawierają organizmów modyfikowanych genetycznie. Opanowano hodowlę i przechowywanie mikroorganizmów wchodzących w ich skład, dzięki czemu mogą wracać do zdegradowanego środowiska w celu poprawienia jego aktywności biologicznej.

Podstawowym preparatem w technologii EM jest kompozycja pod nazwą EM-1. Preparat EM-1 jest koncentratem, dlatego używany jest zawsze w formie „namnożonej” jako EM-A, czyli „Aktywny”. „Rozmnaża” się preparat w celu zapewnienia w miejscu zastosowania wystarczającej ilości pożytecznych mikroorganizmów do ich skutecznego działania. EM-A („Aktywny”), np. o objętości 20 litrów, otrzymuje się w następujący sposób: do 1 litra EM-1 dodaje się 18 litrów wody bardzo miękkiej o temperaturze 30–37°C i 1 litr melasy trzcinowej. Optymalna temperatura dla fermentacji EM-1 wynosi



25–35°C. EM-1 staje się w pełni „Aktywny”, czyli jest gotowy do użycia po 7 dniach, odczyn musi mieć bardzo kwaśny (pH poniżej 4,0). Tak rozmnożone mikroorganizmy EM-A muszą być zużyte w ciągu 14 dni. Specyfika kompozycji EM-1 pozwala tylko na jednorazowe namnożenie mikroorganizmów z pożywką (melasa) bez zmiany właściwości preparatu. EM-A (Aktywne) nie mogą być użyte do dalszego namnażania ze względu na zmianę równowagi populacji mikroorganizmów, przez co stają się nieskuteczne w działaniu [Zajączkowski i Sowiński, bez daty].

Rośliny ozdobne uprawiane w gruncie zaleca się podlewać roztworem EM-A w proporcji 1:50–1:100. Bardzo korzystnie na podlewanie tym preparatem reagują rośliny doniczkowe, rosnące w małej ilości podłoża, z którego składniki pokarmowe są szybko wykorzystywane. W uprawie szklarniowej na zagonach płaskich lub podwyższonych 1 litr EM-A zaleca się wprowadzić na 100 m<sup>2</sup> przed posadzeniem roślin. W uprawie hydroponicznej 20 litrów EM-A rozprowadza się w 5000 litrów wody. EM-A przyspiesza wzrost i jakość roślin, a kwiaty są intensywniej wybarwione. Kwiaty cięte zachowują dłużej świeżość. W razie rozmnażania wegetatywnego, np. przez odkłady, zaleca się polanie ich wodnym roztworem EM-A, który pobudza wytwarzanie korzeni przybyszowych.

Preparatem EM-A można także zaprawiać nasiona przed siewem. EM-A w objętości 0,3 l rozcieńcza się w 1 l wody bardzo miękkiej lub miękkiej. Czas oddziaływania preparatu na nasiona roślin ozdobnych (kwiatów) trwa 20–30 minut, po czym należy je zaraz wysiać, czyli gdy są jeszcze wilgotne.

Przeciwno chorobom grzybowym zalecany jest preparat EM-5. Środek ten jest skuteczny wtedy, gdy w glebie lub innym podłożu działanie mikroorganizmów jest zadowalające. W miarę upływu czasu wymagane będą coraz rzadsze aplikacje EM-5, ponieważ w glebie lub w innych podłożach stawać się będą korzystniejsze warunki dzięki pożytecznym mikroorganizmom. Zmniejszają się koszty ochrony roślin, np. przez wyeliminowanie tradycyjnego opryskiwania środkami chemicznymi. Preparat EM-5 można przygotować we własnym zakresie. W plastikowej butelce należy dobrze rozmieszać 1 l wody, 100 ml EM-1 i 100 ml melasy (pożywka dla EM). Szczelnie zakręcić butelkę i odstawić na tydzień, od czasu do czasu wypuszczając gaz powstający podczas fermentacji. Następnie po 7 dniach dodać 100 ml octu i 100 ml alkoholu (35–40%) i zostawić do fermentacji tak długo, aż przestaną powstawać gazy (tydzień do dwóch, fermentacja przebiega bardzo powoli). EM-5 rozcieńcza się w wodzie przeciętnie w proporcji 1:300. Na większych powierzchniach stosuje się 2–5 l EM-5 na hektar rozcieńczonych w 300 l wody. Preparat EM-5 odstrasza także szkodniki, a EM-A jest przydatny również do zwalczania chwastów [Zajączkowski i Sowiński, bez daty].

Opisane tutaj krótko preparaty wnosi się do gleby lub do innych podłoży, gdy temperatura ich wynosi powyżej 8°C, co stanowi minimum dla rozwoju mikroorganizmów (im cieplej i wilgotniej tym lepiej). EM to żywe kultury mikroorganizmów i nie mogą one ulec wysuszeniu, dlatego zaleca się wykonywać aplikację nimi w dni wilgotne, pochmurne, deszczowe lub bezpośrednio przed uprawą mechaniczną [Zajączkowski i Sowiński, bez daty]. W kwestii EM można się kontaktować z firmą Greenland w Puławach.

Do włączenia do tego wydania książki informacji o EM, zachęciła mnie pozytywna opinia wydana o ich działaniu przez mojego kolegę ogrodnika Tadeusza Turczuka, specjalizującego się w produkcji roślin wykorzystywanych na zieleń ciętą. Firma T. Turczuka znajduje się w miejscowości Wilczyce koło Wrocławia. Ogrodnik twierdzi, że bez stosowania EM miałby ogromne trudności w usuwaniu, np. zasychających i opadających

na podłoże gałęziaków szparagów ozdobnych oraz liści paproci, filodendronów i monstery. Rośliny są także zdrowe i dają duży plon zieleni ciętej.

## 11.7. Organizmy pożyteczne

Do organizmów pożytecznych są zaliczane różne gatunki owadów, roztoczy, nicieni i grzybów. Organizmy te niszczą szkodniki roślin, w tym ozdobnych. Będą one coraz częściej stosowane w ochronie roślin m.in. dlatego, że zmniejsza się radykalnie asortyment chemicznych środków, zgodnie z dyrektywami Unii Europejskiej. Organizmy pożyteczne już obecnie są stosowane w **integrowanej ochronie roślin**, czyli razem z selektywnymi środkami chemicznymi, nie niszczącymi tych pierwszych.

Do czynników gwarantujących skuteczność integrowanej ochrony roślin są zaliczane:

1. Dokładna dezynfekcja obiektu, w którym będzie się odbywać produkcja roślin oraz mechaniczne usunięcie tzw. chwastów, będących siedliskiem różnych agrofagów.
2. Po posadzeniu roślin rozmieszczenie wśród nich barwnych tablic chwytnych oraz stałe prowadzenie lustracji. Integrowana ochrona roślin jest tylko wtedy skuteczna, gdy się jak najwcześniej rozpocznie, tj. niezwłocznie po stwierdzeniu pierwszych (nawet pojedynczych) osobników szkodnika.
3. W okresie poprzedzającym wprowadzenie organizmów pożytecznych możliwe jest stosowanie niektórych środków chemicznych, przy uwzględnieniu prewencji dla wprowadzonych organizmów. Odpowiednie są do tego środki chemiczne o krótkiej prewencji lub niemające negatywnego wpływu na organizmy pożyteczne.
4. Częstotliwość kolonizacji i dawki organizmów pożytecznych powinny być dostosowane do obecnego stanu fitosanitarnego uprawy, tj. nasilenia populacji szkodników i ich wrogów naturalnych.
5. Po wprowadzeniu organizmów pożytecznych należy stworzyć warunki sprzyjające ich rozwojowi, m.in. zapewnić optymalną dla nich temperaturę i wilgotność względną powietrza. Jednocześnie trzeba zrezygnować ze środków chemicznych działających toksycznie na te organizmy [Górski i in. 2007a]. Organizmy pożyteczne stosowane do zwalczania szkodników roślin ozdobnych wymieniam na przykładzie gerbery, dla której ma to już znaczenie praktyczne.

Obecnie prawie wszystkie szkodniki gerbery można zwalczać za pomocą ich naturalnych wrogów. Występują jednak różnice w skuteczności metody biologicznej, w zależności od gatunku zwalczanego szkodnika. Tutaj wymieniłem tylko wrogów szkodników gerbery, a w celu poznania ich biologii, stosowania i innych zagadnień szczegółowych odsyłam Czytelników do literatury specjalistycznej z zakresu ochrony roślin [Górski i in. 2007a, b]:

- **Mączlik szklarniowy** (*Trialeurodes vaporariorum*) jest zwalczany za pomocą błonkówek: **dobrotnica szklarniowa** (*Encarsia formosa*) i **osiec mączlikowy** (*Eretmocerus eremicus*); pluskwiaka **Macrolophus melanotoma**; roztocza **Amblyseius swirskii**.

- **Przędziorki:** **chmielowiec** (*Tetranychus urticae*) i **przędziorek szklarniowiec** (*T. cinnabarinus*) są niszczone za pomocą drapieżnych roztoczy: **dobroczynek szklarniowy** (*Phytoseiulus persimilis*) i **dobroczynek kalifornijski** (*Amblyseius californicus*); muchówka *Feltiella acarisuga* oraz **pluskwiak** *Macrolophus melanotoma* – jako uzupełnienie dla dobroczynków [Górski i in. 2007a].
- **Wciornastki** – **kalifornijski** (*Frankliniella occidentalis*) i **tytoniowiec** (*Thrips tabaci*) mogą być zwalczane, chociaż ze stosunkowo małą skutecznością, za pomocą drapieżnego roztocza o nazwie **dobroczynek wielożerny** (*Amblyseius cucumeris*). Do zwalczania larw wciornastków służy także wymieniony wcześniej drapieżny roztoczek *Amblyseius swirskii*. Poczwaraki wciornastków niszczy drapieżny roztoczek *Hypoaspis miles* i darpieżny chrząszcz *Atheta coriaria*.
- **Mszyce**, zwłaszcza **trzmielinowo-burakowa** (*Aphis fabae*), **brzoskwińowa** (*Myzus persicae*), **ziemniaczana** (*Aulacorthum solani*) oraz **ziemniaczana smugowa** (*Macrosiphum euphorbiae*) są trudne do zwalczenia ze względu na szybkie tempo rozwoju. Do szybkiej redukcji liczebności populacji mszyc stosuje się parazytoidy, składające jaja w ciele żywiciela, np. błonkówki – *Aphidius colemani* i *A. ervi* lub *Aphelinus abdominalis*. Mszyce niszczą również: **pryszczarek mszycojad** (*Aphidoletes aphidimyza*) i **biedronka dwukropka** (*Adalia bipunctata*).
- **Miniarki**, zwłaszcza **miniarka szklarniówka** (*Liriomyza huidobrensis*) i **ciepłolubka** (*L. trifolii*). Skuteczne są także błonkówki: **męczelka syberyjska** (*Dacnusa sibirica*) i **miechońka miniarkowa** (*Diglyphus isaea*).
- **Ziemiórki**. W uprawie gerbery powszechnie występuje **ziemiórka gerberanka** (*Bradysia paupera*). Zwalczają je wprowadzone do podłoża – nicienie *Steinernema feltiae*, roztoczek *Hypoaspis miles* i chrząszcz *Atheta coriaria*.
- **Zmieniki**. W uprawie gerbery często występuje **zmienik lucernowiec** (*Lygus rugulipennis*). Dotychczas nie znaleziono dla tych szkodników wrogów naturalnych [Górski i in. 2007b].

W celu zwalczania chorób gerbery można wprowadzić do podłoża biopreparat **Polyversum WP** (zawierający 106 oospor grzyba *Pythium oligandrum* w 1 g). Preparat ten niszczy m.in. sprawcę fytoftorazy gerbery (*Phytophthora cryptogea*) i jednocześnie stymuluje wzrost roślin. Jest on całkowicie nieszkodliwy dla organizmów pożytecznych [Górski i in. 2007b].

Wiele dostępnych w sprzedaży gatunków organizmów pożytecznych wymaga jeszcze dokładnego zbadania w celu określenia ich przydatności w konkretnych warunkach uprawowych, nawet z uwzględnieniem odmian, co w przypadku roślin ozdobnych jest szczególnie ważne [Górski i in. 2007b].

## 11.8. Techniczne urządzenia do zwalczania chorób i szkodników w uprawie pod osłonami

Największe znaczenie w zwalczaniu chorób i szkodników ma nadal metoda chemiczna. Inne metody stosowane są na mniejszą skalę, choć stopniowo się rozpowszechniają. Do walki chemicznej oprócz właściwych preparatów niezbędne są urządzenia do ich aplikacji. Najbardziej wydajne są urządzenia do zamgławiania pomieszczeń, tzw. wytwornice aerozoli. Wytwarzają one krople o średnicy do 50 nm, w wyniku czego po-

wstaje mgła, która unosząc się przez wiele godzin w powietrzu, zapewnia długotrwały kontakt preparatu ze szkodnikiem lub patogenem. Mgła zachowuje się jak gaz, docierając do wszystkich miejsc w zamgławionym pomieszczeniu, dzięki czemu zamgławianie jest bardzo skuteczne w działaniu. Stosowane są wytwornice gorące i zimne.

**Wytwornice gorące** działają na zasadzie silnika pulsacyjno-odrzutowego. Następujące po sobie z dużą częstotliwością cykle spalań zapewniają nieprzerwany strumień gorących gazów spalinowych, które podgrzewają i rozbijają na drobne krople wpływającą do wtryskiwacza ciecz roboczą. Wytwornice gorące są różnej produkcji, np. polską jest zamgławiacz Mgła 2. Przy ich stosowaniu niezbędne są specjalne nośniki olejowe, o stosunku objętościowym jak 1:5 do środka ochrony roślin. Oznacza to, że np. 10 ml preparatu należy wymieszać z 50 ml nośnika. Preparat zawsze dodaje się do nośnika, nigdy odwrotnie! Do zamgławiania wybiera się tylko środki płynne dobrze rozpuszczalne w oleju. Najczęściej zużywa się około 1 l cieczy roboczej (środek ochrony roślin + nośnik) na 1000 m<sup>2</sup> pomieszczenia.

**Wytwornice zimne** wytwarzają mgłę w sposób mechaniczny, poprzez rozbicie cieczy silnym strumieniem powietrza. Zasilane są one energią elektryczną. Znane są wytwornice typu Wanjet (produkcji szwedzkiej), rozpylacze mgły TL oraz atomizer TAR (produkcji polskiej). Zasady ich budowy i działania są podobne, lecz różnią się w szczegółach (co student poznaje na innym przedmiocie).

Do opryskiwania roślin stosuje się różne typy **opryskiwaczy**. Najprostszymi są **opryskiwacze ciśnieniowe** o ręcznym napędzie, tj. ręczne, naramienne i plecakowe. Znane są ich różne wzory w zależności od producenta. Przystosowane są one do pracy w mniejszych obiektach szklarniowych, ze względu na ręczny napęd i mniejszą wydajność.

**Opryskiwacze plecakowe z silnikiem spalinowym** odznaczają się większą wydajnością. Podstawowym ich elementem jest dmuchawa. W czasie pracy dmuchawy strumień powietrza, przepływając z dużą prędkością przez dyszę, rozpyla ciecz na drobne krople, w wyniku czego uzyskuje się wysoki stopień penetracji rozpylanego środka w głąb roślin. Wadami tych opryskiwaczy jest stosunkowo duży ciężar i bardzo hałaśliwa praca.

**Opryskiwacze ciśnieniowe na kołowym podwoziu** z pompą napędzaną silnikiem elektrycznym stosowane są w dużych szklarniach z przejazdowymi chodnikami między nawami, np. wersja szklarniowa opryskiwacza „Śleza”, produkcji zakładów Pilmet.

**Opryskiwacze wózkowe z silnikiem spalinowym**, np. OSW-100. Można je wprowadzać do środka szklarni lub w wypadku braku przejazdu pozostawić na zewnątrz pomieszczenia, przenosząc tylko lancę z wężem. Mogą mieć one także silnik elektryczny.

**Opryskiwacze wysokociśnieniowe** z silnikiem elektrycznym mogą pracować przy ciśnieniu roboczym dochodzącym do 150 atmosfer. Pod wpływem wysokiego ciśnienia uzyskuje się silne rozdrobnienie cząstek, równomiernie pokrywających rośliny cieczą.

**Odparowywacze środków chemicznych** używane są do zapobiegania wystąpienia i zwalczania mączniaka prawdziwego, zwłaszcza róż, wywołwanego przez grzyb *Sphaerotheca pannosa* (Wallr. ex Fr.) Lévl. var. *rosae* Wor. Na chorobę tę skuteczne są preparaty siarkowe, odparowywane w sulfuratorach. Znane są m.in. odparowywacze

żarówkowe. Preparat do odparowania umieszcza się w blaszanej miseczce podgrzewanej ciepłem wytwarzanym przez włączoną żarówkę [Baranowski i Górski 1994].

## 11.9. Sposoby monitorowania szkodników w uprawach pod osłonami

W szklarniach i tunelach foliowych panują korzystne warunki do rozwoju szkodników. Charakteryzują się one w takich warunkach dużym potencjałem rozrodczym oraz krótkim okresem rozwoju, co prowadzi do szybkiego wzrostu ich liczebności. Dlatego w uprawie roślin pod osłonami ważne znaczenie ma monitorowanie występowania szkodników. Wczesne wykrycie umożliwia ich zwalczenie jeszcze przed wystąpieniem uszkodzeń na roślinach. Istnieje kilka sposobów monitorowania, np. lustracja roślin, stosowanie roślin pułapkowo-sygnalizacyjnych i barwne tablice chwytne.

**Lustracja roślin** polega na systematycznych i dokładnych ich obserwacjach w celu wykrycia żerujących na nich szkodników oraz powodowanych przez nie uszkodzeń. Wymagana jest znajomość podstawowych gatunków szkodników oraz objawów ich żerowania. Lustracje roślin należy prowadzić możliwie jak najczęściej, minimum jeden raz w tygodniu (ale to może być zbyt rzadko), najlepiej przez tę samą osobę. Szczególną uwagę trzeba zwracać na rośliny rosnące w pobliżu miejsc nalotu szkodników, tj. przy drzwiach wejściowych, wietrzniakach oraz w miejscach ich gromadzenia się, np. przy rurach grzewczych, na południowej i zachodniej stronie szklarni. Obserwować trzeba przede wszystkim górne partie roślin oraz spodnią stronę blaszki liściowej, czyli miejsca najchętniej zasiedlane przez szkodniki. Potrząsanie roślinami umożliwia wykrycie uskrzydłych form szkodliwych owadów. Do wykrycia obecności wciornastka kalifornijskiego można stosować otrząsanie pąków kwiatowych oraz kwiatów nad kartką białego papieru.

Podczas lustracji dokładnie zaznacza się ogniska występowania szkodników. Służyć mogą do tego celu specjalne plastikowe znaczniki o rozmaitej barwie. Na przykład znacznik czerwony określa przędziorki, a niebieski – wciornastki. Precyzyjna lokalizacja ognisk występowania szkodników ułatwia prowadzenie ochrony chemicznej i biologicznej oraz czyni ją skuteczniejszą.

**Rośliny pułapkowo-sygnalizacyjne** stanowią naturalną preferencję pokarmową dla szkodników. Na roślinach tych można je zaobserwować znacznie wcześniej niż na uprawach. Na przykład w uprawie ogórka jako roślinę pułapkowo-sygnalizacyjną stosuje się oberżynę. Po wykryciu na tych roślinach nawet nielicznych szkodników natychmiast rozpoczyna się ochronę.

**Barwne tablice chwytne** zwabiają lotne formy owadów, które następnie przyklejają się do pokrytych klejem powierzchni chwytnych. Pułapki w kolorze żółtym zwabiają wszystkie gatunki szkodliwych owadów. Do sygnalizowania pojawów wciornastków skuteczniejsze są tablice niebieskie. Łatwiej jest zauważyć szkodnika na tablicach chwytnych niż na roślinach. Przed rozpoczęciem lustracji roślin należy dokładnie sprawdzić powierzchnie chwytne pułapek.



Efektywność działania tablic chwytnych zależy od właściwego ich stosowania. Należy je rozwieszać jak najwcześniej, najlepiej wraz z rozpoczęciem uprawy, aby wisiały już w momencie pojawienia się szkodników. Tablice najczęściej wieszają się w pozycji pionowej, tj. krótszym bokiem skierowanym ku górze. Podstawa ich musi się znajdować na wysokości wierzchołków roślin, czyli w strefie lotu szkodliwych owadów. W przypadku ziemiorek (*Sciaridae*) pułapki powinny być umieszczone jak najbliżej podłoża. Tablice rozwiesza się na całej powierzchni upraw, w liczbie 1/50 m<sup>2</sup>. Wyłowienie na tablicach chwytnych już jednego osobnika szkodnika jest sygnałem do wykonania zabiegu, bowiem zapewnia jego dużą skuteczność. Zabiegi ochronne prowadzi się do czasu, gdy na tablicach chwytnych nie stwierdzi się obecności szkodnika [Górski 2003].

Ilość składników, jaką pobierają rośliny, czy to z jednostki powierzchni, czy w przeliczeniu na jedną roślinę nazwano wymaganiami pokarmowymi roślin [Starck 1993]. Zależą one od wielkości masy wytworzonej przez roślinę oraz od procentowej zawartości w niej danego składnika. Wiadomo, że rośliny nie pobierają (i nie wykorzystują) wszystkich dostarczonych im składników pokarmowych. Niektóre rośliny odznaczają się małą zdolnością wykorzystania poszczególnych składników, są także takie, które mają słabo rozwinięty system korzeniowy. Część składników pokarmowych w glebie lub podłożu staje się mniej dostępna, dlatego dostarcza się roślinom więcej składników, niż wskazywałyby na to ich wymagania pokarmowe. Jedynie w uprawach hydroponicznych na podłożach inertnych ilość składników wprowadzonych do pożywki jest mocno zbliżona do rzeczywistych wymagań. Ilość składników, jaką należy dostarczyć roślinom w podłożu, aby zapewnić ich optymalny wzrost, nazwano **potrzebami nawozowymi**. Zależą one od: gatunku i odmiany, fazy rozwojowej i wielkości rośliny, trwania uprawy i jej przebiegu, warunków wzrostu (np. temperatura, intensywność oświetlenia) gęstości roślin (rozstawy) i podłoża (możliwe jest unieruchomienie składników, np. azotu i fosforu).

W nowszych publikacjach uważa się, że najważniejsze jest pokrycie zapotrzebowania na azot. Pierwiastek ten uchodzi za najważniejszy dla wzrostu roślin, ale także ma ogromne znaczenie dla właściwego pobierania innych składników. Wymagania niektórych roślin doniczkowych dotyczące azotu zestawiono w tabeli 30, a niektórych roślin uprawianych na kwiat cięty – w tabeli 31. Ogólnie można zauważyć, że np. zapotrzebowanie na fosfor ( $P_2O_5$ ) jest około 50% mniejsze niż na azot. Optymalny stosunek N:K<sub>2</sub>O ilustruje tabela 32. Optymalne zakresy zawartości składników mineralnych dla ważniejszych gatunków roślin ozdobnych uprawianych pod osłonami zestawiono w tabeli 33. Ilość danego składnika wprowadzanego w formie nawożenia, potrzebnego dla określonego gatunku lub odmiany rośliny, musi być poprzedzona analizą jego zawartości w podłożu zarówno przed rozpoczęciem uprawy, jak i podczas jej trwania, zwłaszcza gdy jest stosunkowo długa. Sprawdzianem skuteczności nawożenia jest wartość dekoracyjna roślin ozdobnych i ich analiza chemiczna. Podane w tabeli 33 **liczby graniczne** dotyczą roślin w pełni wegetacji, przy stosowaniu fertygacji. Dla roślin młodych, do 4 tygodni po posadzeniu oraz przy produkcji rozsąd i gdy wystąpi zastój we wzroście roślin, zaleca się obniżenie liczb granicznych dla potasu o 30%. Do wysiewu nasion, sadzonkowania i sadzenia roślin rozmnożonych *in vitro* liczby graniczne dla wszystkich składników powinny znajdować się na poziomie około 1/3 dolnej wartości podanych zakresów. Przy nawożeniu płynnym, stosowanym okresowo, zaleca się podniesienie liczb granicznych dla azotu od połowy marca do połowy września, dla potasu przez cały rok o 25%, a przy nawożeniu posypowym o 40% [Strojny 1993].

Problematykę związaną z wymaganiami pokarmowymi i nawożeniem studentci zgłębiają podczas studiowania przedmiotu Nawożenie roślin ogrodniczych.

Typowe objawy niedoboru składników pokarmowych zestawiono w tabeli 34 [Nelson 1991, za Strojnym 1993].

Tabela 30

Wymagania pokarmowe niektórych roślin doniczkowych do azotu  
[wg różnych autorów z Fischera 1996]

Roślina	Wymagania pokarmowe w mg na jedną roślinę (R)	Uwagi
1	2	3
<i>Anemone</i> Mona Lisa	700/R produkt finalny	doniczki $\phi$ 11 cm
<i>Asclepias curassavica</i>	1350/R pr. finalny	40 tygodni w pojemnikach 2 dm <sup>3</sup> , bez wypłukiwania
<i>Begonia</i> <i>x</i> elator-mieszzańce	250/R pr. finalny	odm. Schwabenland, bez wypłukiwania
<i>Bellis perennis</i>	190/R pr. finalny	doniczki $\phi$ 9 cm
Chryzantemy	200–350/R	małe – $\phi$ 20 cm
	300–400/R	średnio duże – $\phi$ 25 cm
	400–600/R	duże – $\phi$ 28 cm
<i>Cyclamen</i>	200/R pr. finalny	rośliny miniaturowe
	400/R pr. finalny	rośliny małe
	600/R pr. finalny	rośliny średnio duże
	800/R pr. finalny	rośliny duże
<i>Cyclamen</i>	225/R pr. finalny	Mini (Cyclamini) doniczki $\phi$ 7 cm
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	200/250/R	małe o jednym pędzie
	500/550/R	małe wielopędowe
	600–700/700/R	średnie wielopędowe
	800–1000/1000/R	duże wielopędowe
Gerbera	585–840/R	odmiany doniczkowe
Niecierpki nowogwinejskie	250–400/R	doniczki $\phi$ 12 cm, bez wypłukiwania, podwieszane
<i>Kalanchoë</i>	100–200/R	doniczki $\phi$ 10 cm, podwieszane
<i>Petunia</i> Surfina	300–395/R	doniczki $\phi$ 11 cm, uprawa 8-tygodniowa, bez wypłukiwania
	350–430/R	
<i>Primula vulgaris</i>	100–120/R	
	150–190/R	
<i>Ranunculus</i> 'Bloomingdale'	300–400/R	doniczki $\phi$ 9 cm



Tabela 30 cd.

1	2	3
Siningia	250–450/R	
<i>Streptocarpus</i>	180–225/R	odmiany różnią się nieznacznie
<i>Trachelium caeruleum</i>	470–650/R	doniczki $\phi$ 10 cm
<i>Viola \times wittrockiana</i>	230/R	doniczki $\phi$ 9 cm

Tabela 31

Wymagania pokarmowe niektórych roślin uprawianych na kwiat cięty do azotu  
[wg różnych autorów z Fischera 1996]

Roślina	Wymagania pokarmowe w g na jedną roślinę (R)	Uwagi
<i>Anemone</i> Mona Lisa	2,8	
<i>Antirrhinum</i>	około 0,18	pod szkłem
Chryzantemy	0,17–0,58	w zależności od wysokości roślin
<i>Euphorbia fulgens</i>	0,77–1,38	w zależności od długości trwania uprawy
Gerbera	5,4–8,1	w zależności od odmiany
Goździki	60–120 g/1 m <sup>2</sup>	
Jaskry	0,35 0,17	
Róże	30–40 g/1 m <sup>2</sup>	pod szkłem

Tabela 32

Optymalny stosunek N:K<sub>2</sub>O dla wybranych roślin doniczkowych i uprawianych na kwiat cięty  
[wg Meinkena i Zimmera 1994, z Fischera 1996]

Roślina	N:K <sub>2</sub> O
<i>Adiantum</i> Azalie Wrzośce Róże	1:0,7 (z przewagą azotu)
Buwardia <i>Cyclamen</i> Odmiany begonii ogrodowej <i>Euphorbia fulgens</i> <i>E. pulcherrima</i>	1:1 (równomierny)
Pelargonie	1:1
Chryzantemy <i>Spathiphyllum</i>	1:1,2 (słaba przewaga potasu)
Gerbera Goździki Pierwiosniki Sępolia Siningia	1:1,5 (przewaga potasu)

Tabela 33

Optymalne zakresy zawartości podstawowych składników pokarmowych w podłożu do uprawy niektórych szklarniowych roślin ozdobnych [wg różnych autorów ze Strojnego 1993]

Roślina	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Mg	Stęż. soli gKCl/dm <sup>3</sup>	pH <sub>H2O</sub>	Gęstość obj. g/cm <sup>3</sup>
	mg/dm <sup>3</sup>						
1	2	3	4	5	6	7	8
Alstremeria <i>Alstroemeria</i>	70–150	80–150	200–350	115–170	1,0–3,5	5,7–6,8	0,8–1,0
Anturium ogrodowe <i>Anthurium ×hortulanum</i> ( <i>A. scherzerianum</i> )	40–90	40–80	80–120	50–70	1,8–2,5	5,0–5,7	0,2–0,5
Anturium uprawne <i>Anthurium ×cultorum</i> ( <i>A. andraeanum</i> )	60–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	5,0–5,7	0,2–0,5
Begonia, ukośnica <i>Begonia</i>	60–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	5,5–6,5	0,4–0,8
Bluszcz <i>Hedera</i>	60–120	50–100	150–200	80–110	1,8–2,5	6,3–6,8	0,6–1,0
Candeskia <i>Zantedeschia</i>	70–150	80–150	200–350	115–170	2,0–3,5	6,3–7,4	0,9–1,1
Cissus <i>Cissus</i>	70–150	70–130	200–300	100–150	2,0–3,0	5,7–6,8	0,7–1,0
Cyklamen <i>Cyclamen</i> (doniczkowy)	0–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	5,7–6,8	0,5–0,7
(kwiat cięty)	70–150	70–130	200–300	100–150	2,0–3,0	5,7–6,8	0,6–0,8
(nasienne)	100–200	90–190	300–450	140–230	2,0–3,5	5,7–6,8	0,7–0,9
Cymbidium <i>Cymbidium</i>	60–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	4,6–6,3	0,2–0,5
Cyneraria, popielnik <i>Pericallis ×hybrida</i>	70–150	70–130	200–300	100–150	2,0–3,0	5,7–6,8	0,5–0,9
Chryzantema <i>Chrysanthemum</i>	170–300	90–190	300–450	140–230	4,0	6,0–6,8	0,7–1,1
Difenbachia <i>Dieffenbachia</i>	70–150	80–150	200–300	115–170	2,0–3,5	5,7–6,8	0,7–1,0
Dracena <i>Dracaena</i>	60–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	6,3–6,8	0,7–1,0
Figowiec <i>Ficus elastica</i> , <i>F. lyrata</i> , <i>F. benjamina</i> , <i>F. pumila</i>	70–150	70–130	200–300	100–150	2,0–3,0	5,7–6,8	0,7–1,0
Filodendron i Monstera <i>Philodendron i Monstera</i>	60–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	6,3–6,8	0,6–0,9
Filodendron i Monstera <i>Philodendron i Monstera</i>	100–200	90–190	300–450	140–230	2,0–3,5	5,7–6,8	0,8–1,1
Frezja <sup>1</sup> <i>Freesia</i>	60–120	50–150	200–300	70–150	1,5	6,3–6,8	0,8–1,0
Gerbera <sup>2</sup> <i>Gerbera</i>	70–150	70–130	200–300	100–150	1,5	5,0–6,2	0,4–1,0

Tabela 33

1	2	3	4	5	6	7	8
Goździk <sup>3</sup> <i>Dianthus</i>	100–200 zimą 80–150	90–190	300–450	140–230	3,0	6,3–7,2	0,9–1,0
Hibiskus, róża chińska <i>Hibiscus</i>	70–150	70–130	200–300	100–150	2,0–3,0	5,7–6,8	0,7–1,0
Hipeastrum <i>Hippeastrum</i>	70–150	70–130	200–300	100–150	2,0–3,0	6,3–7,4	0,7–1,0
Hortensja <i>Hydrangea</i> (niebieska) (czerwona, biała)	50–100 60–120	40–80 50–100	100–150 150–250	50–70 80–110	1,8–2,5 1,8–2,5	4,1–4,7 6,3–7,2	0,4–0,8 0,4–0,7
Kalanchoe <i>Kalanchoë</i>	60–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	6,3–7,0	0,7–1,0
Kalceolaria, pantofelnik <i>Calceolaria</i>	60–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	5,7–6,8	0,4–0,7
Kordylina <i>Cordyline</i>	60–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	5,7–6,8	0,7–1,0
Lilia <i>Lilium</i>	50–100	40–80	100–150	50–70	1,8–2,5	6,8–7,2	0,5–0,9
Mieczyk <i>Gladiolus</i>	60–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	6,3–7,2	0,9–1,1
Narcyz <i>Narcissus</i>	50–100	50–100	100–150	80–110	1,8–2,5	5,7–6,8	0,7–1,0
Nefrolepis <i>Nephrolepis</i>	60–120	50–150	150–250	80–110	1,8–2,5	5,4–6,8	0,4–0,7
Palmy <i>Palmae</i>	50–100	40–80	100–150	50–70	1,8–2,5	5,7–6,8	0,9–1,1
Pandan <i>Pandanus</i>	70–150	40–80	200–300	100–150	2,0–3,0	5,7–6,8	0,9–1,1
Pelargonia <i>Pelargonium</i>	70–150	70–130	200–300	100–150	2,0–3,0	6,3–7,2	0,7–0,9
Poinsecja <i>Euphorbia</i>	70–150	50–100	200–300	80–110	1,8–2,5	6,3–7,2	0,6–0,9
Epipremnum ( <i>Epipremnum aureum</i> )	70–150	100–200	200–300	100–150	2,0–3,5	5,7–6,8	0,8–1,0
Róża <i>Rosa</i>	70–150	80–150	200–350	115–170	2,0	5,7–6,8	0,9–1,1
Sępolia <i>Saintpaulia</i>	70–150	70–130	200–300	100–150	2,0–3,0	6,0–6,8	0,5–0,7
Strelcja <i>Strelitzia</i>	70–150	80–150	200–300	115–170	2,0–3,5	5,7–6,8	0,9–1,1
Szparag szczeciniasty <i>Asparagus</i> <i>setaceus</i> ( <i>A. plumosus</i> )	60–120	50–100	150–250	80–110	1,8–2,5	5,2–5,8	0,4–0,8

Tabela 33

1	2	3	4	5	6	7	8
Szparag gęstokwiatowy ( <i>A. densiflorus</i> 'Sprengeri')	100–200	90–190	300–450	140–230	2,0–3,5	6,4–7,2	0,5–1,0
Trójskrzyn <i>Codiaeum</i>	60–120	70–130	150–250	100–150	2,0–3,0	5,7–6,8	0,4–0,8

- 1) K – maks. w okresie wytwarzania kwiatostanów
- 2) Ca: 1000–2000 mg/dm<sup>3</sup>
- 3) Ca: 2000–4000 mg/dm<sup>3</sup>; Cl: do 150 mg/dm<sup>3</sup>
- 4) Liczby graniczne dla goździka, frezji, gerbery i róży ustalono na ogólnopolskich spotkaniach specjalistycznych pracowników naukowych i producentów. Dla chryzantemy: N-<sub>NO3</sub>, K i Mg – wg Komosy, P – wg Komosy i Bresia, pozostałe opracowano głównie na podstawie danych Schönberga i Schwägergena [1982, 1984] oraz Schönberga, Guldego i Kaufmanna [1989] z modyfikacjami dokonanymi przez Strojnego [Strojny 1993].

Tabela 34

Klucz do rozpoznawania typowych objawów niedoboru składników pokarmowych  
[Nelson 1991, ze Strojnego 1993]

Objawy	Składnik deficytowy
1. Dominującym objawem jest chloroza liści.	Azot
1.1. Cała blaszka liściowa jest chlorotyczna.	
1.1.1. Chloroza występuje na dolnych liściach, następnie przechodzi w nekrozę, liście opadają.	
1.1.2. Chloroza występuje na liściach w różnych partiach rośliny, czasem ma odcień beżowy.	Siarka
1.2. Chloroza obejmuje międzyżyłkowe części blaszki liściowej.	Magnez
1.2.1. Tylko całkowicie wykształcone lub starsze liście objęte są chlorozą.	
1.2.2. Chloroza występuje tylko na młodych liściach i jest to jedyny objaw.	Żelazo
1.2.2.1. Dodatkowo na tkance objętej chlorozą występują szare lub brązowe nekrotyczne plamy.	Mangan
1.2.2.2. Wierzchołki i brzegi chlorotycznych liści są zielone, chloroza obejmuje stopniowo też żyłki, rozległa nekroza pojawia się nagle na liściach.	Miedź
1.2.2.3. Młode liście są bardzo małe, czasem występuje silne skrócenie międzywęźli dające wrażenie rozetowatości.	Cynk
2. Chloroza liści jest objawem dominującym.	Fosfor
2.1. Objawy występują na dolnej części rośliny	
2.1.1. Początkowo wszystkie liście są ciemnozielone, następuje zahamowanie wzrostu. Często pojawia się czerwony barwnik na liściach, szczególnie starszych.	
2.1.2. Na brzegach starszych liści pojawia się chloroza przechodząca w nekrozę, albo chlorotyczne, przechodzące w nekrotyczne plamy rozrzucone są po całych blaszkach starszych liści.	Potas
2.2. Objawy pojawiają się na wierzchołkowej części rośliny.	Bor
2.2.1. Wierzchołek wzrostu zamiera, powodując często tworzenie „czarcich mioteł”. Młode liście stają się bardzo grube, skórzaste i chlorotyczne. Rdzawe cętki lub skorkowacenia pojawiają się na pędach, ogonkach liściowych i szypułkach kwiatowych. Młode liście są zdeformowane.	
2.2.2. Brzegi blaszek liściowych nie są całkowicie uformowane, czasem powoduje to wrażenie taśmowatości liści. Wierzchołek wzrostu nie rozwija się, pęd jest ślepo zakończony. Młode liście są jasne lub z nierównomierną chlorozą. Korzenie rosną słabo, są krótkie i zgrubiałe.	
	Wapń

Zadaniem nawożenia jest zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe potrzebne do ich wzrostu i rozwoju. Uzupełnia ono stosownie do zapotrzebowania przez rośliny te ilości składników, których nie dostarcza podłoże. Wprawdzie nawożenie roślin jest przedmiotem oddzielnym, z którym studenci już się zapoznali, tym niemniej przypominając, zwłaszcza dla logiki wykładów z zakresu ogólnej uprawy roślin ozdobnych, podniesione zostały tutaj zagadnienia, bez których nie można się obejść w produkcji tych roślin.

Rośliny mogą być nawożone nawozami organicznymi lub mineralnymi, bądź obydwoma rodzajami nawozów. **Nawożenie organiczne**, w swoim czasie najważniejsze, obecnie ma mniejsze znaczenie w uprawie pod osłonami. Przyczyniła się do tego w największym stopniu zmiana technologii uprawy, w której gleba i ziemie ogrodnicze zastępowane są podłożami inertnymi. Nawożenie organiczne jest jeszcze stosowane w uprawie, np. róż w ziemi rodzimej lub na zagonach podwyższonych, cantedeskii, szparagów ozdobnych, alstremierii, chryzantem i niektórych storczyków. Najlepszym nawozem organicznym jest dobrze rozłożony obornik bydlęcy lub mieszany (tab. 35) i komposty z roślin zielnych, a w niektórych przypadkach także sfermentowany i rozcieńczony krowieniec.

Tabela 35

Średni skład chemiczny świeżej masy obornika [Starck 1984]

Makroskładniki	Zawartość [%]	Mikroskładniki	Zawartość [mg/kg]
N	0,50	B	5,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,25	Cu	4,7
K <sub>2</sub> O	0,60	Mn	30,0
MgO	0,15	Zn	43,5
CaO	0,40	Mo	0,4
S	0,0	Co	0,2

Obornik i komposty to **nawozy podstawowe** używające podłoże i nadające mu korzystne właściwości fizyczne oraz strukturę przed rozpoczęciem uprawy roślin. Dawka dobrze rozłożonego obornika może dochodzić nawet do 30% objętości podłoża. Inne rodzaje obornika nie są przydatne (lub mało przydatne) dla roślin ozdobnych. Nawożenie obornikiem zaopatruje rośliny we wszystkie składniki pokarmowe, co najmniej na kilka pierwszych miesięcy uprawy. Później należy uzupełniać niektóre składniki, zwłaszcza azot i potas.

W połowej uprawie roślin ozdobnych nawożenie organiczne (obornikiem) w dalszym ciągu powinno być najważniejsze. Dawka może wynosić 30–40 ton/ha.

**Nawożenie pogłowne** uzupełnia zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe, jeśli nie zostały one w wystarczającej ilości dostarczone w nawożeniu podstawowym lub ich zawartość w podłożu zmniejszyła się poniżej poziomu optymalnego, wskutek pobrania przez rośliny bądź strat. W nawożeniu pogłównym stosowane są nawozy mineralne,

które powodują szybki wzrost stężenia soli w roztworze glebowym lub podłoża. Wysokie stężenie soli jest niekorzystne dla roślin; pobierają wtedy mało wody i więdną nawet przy krótkotrwałym przesuszeniu, liście tracą połysk, pojawia się na nich chloroza, a w końcu zasychają, poczynając od brzegu.

**Zawartość soli** w roztworze glebowym lub podłoża wiąże się ściśle z jego **przewodnością elektryczną**. Im stężenie jest wyższe, tym roztwór lepiej przewodzi prąd elektryczny. Pomiar tej przewodności określa **stopień zasolenia** podłoża. Stężenie soli wyrażane jest w **jednostkach przewodności – milisiemensach** [ $\text{mS}/\text{cm}^{-1}$ ], określane jest także jako **EC** (skrót angielskiego terminu przewodności elektrycznej) lub poprzez stężenie soli standardowej NaCl, albo KCl o porównywalnej przewodności. W przybliżeniu można przyjąć, że mnożąc wartość przewodności wyrażoną w mS przez 0,7, otrzymuje się wartość stężenia soli w roztworze wyrażoną w  $\text{g}/\text{dm}^3$ , a mnożąc przez 1,75 – wartość stężenia soli wyrażoną w  $\text{g NaCl}/\text{dm}^3$ .

Wpływ zasolenia zmniejsza się w miarę pobierania nawozu przez rośliny. Dlatego wskazane jest używanie do nawożenia takich soli, z których kation i anion pobierane są przez rośliny. Na przykład z saletry potasowej  $\text{KNO}_3$  pobierany jest kation potasowy  $\text{K}^+$  i anion azotanowy  $\text{NO}_3^-$ . Nawozy nie pozostawiające w podłożu balastu zapobiegają zakłócaniu równowagi jonowej i zmianom odczynu, zmniejsza się zatem zanieczyszczenie środowiska. Nawozy w różnym stopniu podnoszą stężenie soli w podłożu (tab. 36). Wzrost zasolenia powodowany przez saletrę sodową  $\text{NaNO}_3$  przyjęto umownie za 100. Tolerancja roślin na zasolenie zależy od gatunku i fazy rozwojowej oraz od warunków uprawy (tab. 37). Reakcja roślin na zasolenie zależy w dużym stopniu od jego wilgotności. Wartości podane w tabelach 33 i 37 dotyczą optymalnej wilgotności. W miarę zmniejszania się wilgotności wzrasta stężenie soli w roztworze glebowym. Przy obniżeniu się wilgotności o połowę stężenie wzrasta dwukrotnie. Utrzymanie wilgotności na optymalnym poziomie ma zatem znaczenie zasadnicze. Nie należy jednak utrzymywać jej na poziomie maksymalnym, bo to także jest niekorzystne dla roślin.

Podłoże o nadmiernym stężeniu można „rozcieńczyć” poprzez dodanie do niego komponentów ubogich w składniki pokarmowe, np. torfu wysokiego, kory, trocin lub piasku,

Tabela 36

Względny wpływ różnych nawozów na zasolenie podłoża  
[Rader, White i Whittaker 1943, za Strojnym 1993]

Nawóz	Względny wzrost stężenia soli
saletra sodowa*	100
sól potasowa 60%	116
saletra amonowa	105
mocznik	75
saletra potasowa	74
siarczan amonu	69
saletra wapniowa	53
siarczan potasu	46
siarczan magnezu	44
fosforan amonu	32
superfosfat potrójny	10
superfosfat pojedynczy	8
kreda	5

\* Wzrost zasolenia powodowany przez saletrę sodową przyjęto umownie za 100.

Ocena stopnia zasolenia podłoża pod kątem wpływu na poszczególne grupy roślin ozdobnych [Strojny 1993]

Stężenie soli [g NaCl/dm <sup>3</sup> ]	Ocena
Poniżej 0,5	Stężenie bardzo niskie – optymalne do wysiewów, sadzonkowania oraz aklimatyzacji roślin „ze szkła” rozmnażanych „ <i>in vitro</i> ” (przy roślinach szczególnie wrażliwych nie powinno przekraczać 0,3 g/ dm <sup>3</sup> )
0,5–1,0	Stężenie niskie – optymalne dla rozsad oraz w uprawie roślin bardzo wrażliwych na zasolenie podłoża ( <i>Calathea, Dendrobium, Tillandsia</i> itp.)
1,0–2,0	Stężenie średnie – odpowiednie do uprawy roślin średnio wrażliwych na zasolenie ( <i>Anemone, Iris, Lilium, Gerbera</i> itp.) oraz roślin mało wrażliwych – przy niekorzystnych warunkach uprawy, nadmierne dla roślin bardzo wrażliwych, szczególnie przy niekorzystnych warunkach
2,0–3,0	Stężenie wysokie – tolerowane przez rośliny mało wrażliwe na zasolenie podłoża – ( <i>Sansevieria, Pericalis, Rosa, Alstroemeria</i> itp.), nadmierne dla roślin wrażliwych i średnio wrażliwych
3,0–4,0	Stężenie bardzo wysokie – tolerowane tylko przez rośliny szczególnie odporne na zasolenie podłoża, przy korzystnych warunkach uprawy i intensywnym wzroście ( <i>Asparagus densiflorus, Chrysanthemum, Dianthus</i> itp.)
Powyżej 4,0	Stężenie nadmierne – szkodliwe dla wszystkich roślin

lecz tylko przed posadzeniem roślin lub gdy można je jeszcze przesadzić. W trakcie uprawy możliwe jest przemywanie podłoża dużą ilością wody. Należy zapewnić skuteczny drenaż lub szybki odpływ wody. Łatwiej można to przeprowadzić w uprawie doniczkowej i na stołach niż w uprawie gruntowej. Zabieg ten wykonuje się zwykle na dwóch etapach: najpierw stosuje się około 50 dm<sup>3</sup> wody na 1 m<sup>2</sup> podłoża przy uprawie płaskiej lub 1 dm<sup>3</sup> wody na 1 dm<sup>3</sup> podłoża w uprawie doniczkowej w ciągu 2–3 godzin. Na drugim etapie, po upływie podanego czasu, używa się połowę wymienionej ilości wody. Aby uniknąć zniszczenia gruzelkowej struktury podłoża z dużym udziałem ziemi, np. w uprawie goździków lub róż, stosuje się jednorazowe przemywanie, używając około 200 dm<sup>3</sup> wody na 1 m<sup>2</sup>.

### 13.1. Nawozy mineralne w uprawie roślin ozdobnych

Obecnie w handlu znajduje się bardzo dużo nawozów mineralnych, przydatnych do żywienia roślin ozdobnych. Są wśród nich nawozy jedno-, dwu- i wieloskładnikowe oraz o spowolnionym działaniu (tab. 38, 39, 40). Jeśli nawozy nie zawierają mikroelementów, wówczas należy je dostarczyć roślinom dodatkowo (tab. 40).

Nawozy do przygotowania substratów (podłoży) powinny być drobno zmielone, a w przypadku substratów torfowych niezbędny jest dodatek miedzi (tab. 39). Liczne doświadczenia oraz praktyka ogrodnicza wskazują, że dla wielu gatunków i odmian roślin ozdobnych odpowiednim nawozem znanym od dawna jest Azofoska, o ile zawartość pierwiastków jest zgodna z recepturą. Inne nawozy przydatne do wymienionego wcześniej celu przedstawiono w tabeli 39. Nawozy Radigen i Micromax zawierają tylko magnez i 6 mikroelementów.

Nawozy wieloskładnikowe szybko działające stosowane w formie posypowej do zasilania roślin zestawiono w tabeli 38.

Tabela 38

Nawozy wielokładnikowe szybko działające do stosowania w formie posypkowej

Nawóz	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	SO <sub>3</sub>	B	Mo	Cu	Mn	Zn	Fe
Azofoska	13,6	6,4	19,1	4,5	-	0,045	0,09	0,18	0,27	0,045	0,17
YaraMila Complex	12,0	11,0	18,0	2,67	8,0	0,015	-	-	0,02	0,02	0,20
Nutrifol Czerwony	7	9	25	3,5	4,8	0,03	0,002	0,007	0,10	0,02	0,16
Nutrifol Pomarańczowy	5	5	31	4,5	17	0,02	0,002	0,007	0,08	0,02	0,13
Nutrifol Zielony	8	11	35	1,7	2,3	0,04	0,003	0,01	0,14	0,03	0,23
Nutrifol Żółty	7	55	13	-	-	0,02	0,002	0,007	0,08	0,02	0,13
Copcare	10,0	10,0	20,0	4,1	11,0	0,15	0,01	0,10	0,70	0,10	0,10
Copcare	8,0	12,0	23,0	3,2	11,0	0,10	-	-	0,70	-	-
Copcare	15,0	5,0	20,0	2,0	12,0	0,15	0,01	0,10	0,50	0,10	0,10
Copcare	13,0	0,0	13,0	5,0	11,0	0,13	0,01	-	0,70	0,10	-
Copcare	5,0	14,0	28,0	2,0	12,0	0,05	-	0,05	-	0,02	0,05
Nitrophoska	12,0	12,0	17,0	2,0	6,0	0,02	-	-	-	0,01	-
Nitrophoska	15,0	5,0	20,0	2,0	8,0	0,02	-	-	-	0,01	-
Nitrophoska	15,0	10,0	15,0	2,0	12,0	0,02	-	-	-	0,01	0,2

Tabela 39

Nawozy do przygotowywania substratów (podłoży)

Nawóz	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	[%]					
Azofoska	13,6	6,4	19,1	4,5	0,045	0,18	0,17	0,27	0,09	0,045						
PeatCare	11,0	24,0	24,0	-	0,08	1,00	0,50	0,40	0,1	0,20						
Multi Mix	14,0	16,0	18,0	1,0	0,03	0,15	0,09	0,16	0,05	0,04						
PeatMix	13,0	15,0	17,0	0,6	0,03	0,12	0,20	0,20	0,02	0,04						
PGMix	14,0	16,0	18,0	-	0,03	0,12	0,18	0,16	0,20	0,04						
MIS-3	10,5	8,0	16,0	6,0	1,80	8,70	7,00	2,60	0,30	0,60						
MIS-4	7,5	15,0	15,0	4,5	1,80	8,70	7,00	2,60	0,30	0,60						
Radigen	-	-	-	5,0	0,60	1,50	2,00	1,00	0,80	0,50						
Micromax	-	-	-	2,5	0,20	1,00	15,0	2,50	0,05	1,00						



Sole używane jako źródło mikroelementów

Sól	Zawartość czystego składnika [%]	Dawka soli [g/m <sup>2*</sup> ]	Dawka czystego składnika		Dawka soli [g/m <sup>3</sup> ]	Dawka czystego składnika	
			[g/m <sup>2</sup> ]	[mg/dm <sup>3</sup> ]		[g/m <sup>3</sup> ]	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Siarczan manganawy MnSO <sub>4</sub>	36,4 Mn	10	3,6	18	50	18	18
Siarczan miedziowy CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	25,5 Cu	2**	0,5	2,5	10**	2,5	2,5
Boraks Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	11,3 B	1	0,11	0,6	5	0,6	0,6
Kwas borowy H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	17,5 B	1	0,18	0,9	5	0,9	0,9
Molibdenian amonowy (NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4H <sub>2</sub> O	54,3 Mo	0,2**	0,1	0,5	1**	0,5	0,5
Siarczan żelazawy FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	20,1 Fe	10	2	10	50	10	10
Siarczan cynkowy ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	22,7 Zn	1	0,2	1	5	1	1

\* – w nawożeniu podstawowym, do wymieszania z 20 cm warstwą podłoża

\*\* – przy podłożach zawierających powyżej 50% torfu wysokiego dawkę zwiększyć 3–5-krotnie

### 13.2. Nawozy o spowolnionym działaniu

Nawozy Osmocote mają zbliżoną zawartość składników, a różnią się przede wszystkim dynamiką ich uwalniania, i co za tym idzie, czasem działania (tab. 41). Są to nawozy importowane, odpowiednie dla roślin uprawianych w doniczkach (ogólnie – w pojemnikach). Występują one w wersjach o działaniu od 2 do 18 miesięcy. Rośliny wykorzystują uwalniane z nich pierwiastki w około 80%, a z nawozów tradycyjnych tylko w 30–40%. Mimo wyższej ceny tych nawozów, ogólny koszt żywienia roślin bywa nawet niższy niż w wypadku stosowania nawozów tradycyjnych. Szybkość uwalniania składników mineralnych (a tym samym okres ich działania) zależy w największym stopniu od temperatury podłoża, a w drugiej kolejności – od jego wilgotności. Okres działania podawany przez producenta odnosi się do temperatury podłoża 21°C (tab. 42), czyli ten sam nawóz przy temperaturze niższej będzie działał dłużej, uwalniając wolniej składniki mineralne, a przy temperaturze wyższej – krócej. I wtedy może zaistnieć potrzeba dokarmiania roślin, zwłaszcza azotem, w formie nawozów rozpuszczalnych, z których składniki mineralne są szybko pobierane przez rośliny.

Nawozy o spowolnionym działaniu stosuje się przed sadzeniem roślin, mieszając je równomiernie z podłożem lub miejscowo podczas sadzenia, wysypując dokładnie odmierzoną dawkę nawozu do pojemnika. Nawozy te dodaje się bezpośrednio przed sadzeniem w podłoże po parowaniu, nigdy przed. Podłoża z nawozami nie należy przetrzymywać dłużej niż 2–3 tygodnie, gdyż dłuższe przetrzymywanie związane jest z niebezpieczeństwem nagromadzenia się rozpuszczalnych form składników pokarmowych w ilościach szkodliwych dla roślin i nadmiernego stężenia soli. Przykładowo, dawki tych nawozów dla niektórych roślin doniczkowych podano w tabeli 43 [Strojny 1993, Nowak, Strojny 1995].

Tabela 41

Nawozy o kontrolowanym uwalnianiu składników (3–12 miesięcy)

Nawóz	Czas działania (miesiące)	[%]										
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	
Osmocote Pro	3–4, 5–6	18	10	11	2	0,009	0,02	0,20	0,03	0,008		
Osmocote Exact	3–4	16	9	12	2,5	0,02	0,056	0,45	0,06	0,025	0,02	
Osmocote Exact Standard	5–6	15	9	12	2,5	0,02	0,056	0,45	0,06	0,025	0,02	
Osmocote Exact Standard	8–9	15	9	11	2,5	0,02	0,056	0,45	0,06	0,025	0,02	
Basacote	4–5, 6–9	13	13	13	2	0,02	0,05	0,20	0,06	0,02	0,015	
Multicote	4, 6	15	7	15	2	0,015	0,15	0,71	0,33	0,005	0,18	

Nawozy Osmocote mają zbliżoną zawartość składników, różnią się przede wszystkim długością działania oraz dynamiką uwalniania składników (np. lo-start lub hi-end).

Szybkości uwalniania się składników pokarmowych z nawozów spowolnionych w zależności od temperatury [Strojny 1993]

Długość okresu działania w miesiącach				Względna dawka nawozu dla podobnego uwalniania składników przy danej temp.
16°C	21°C	27°C	32°C	
3-4	2-3	1,5-2	1-1,5	70-80
4-5	3-4	2-3	1,5-2	100*
6-7	5-6	4-5	2-3,1	120-130
10-11	8-9	6-7	4-5	180-200
15-17	12-14	9-10	6-7	250-260

Dawkę Osmocote 3-4 przyjęto umownie za 100

**Odżywianie roślin** powinno być oparte na **diagnostyce nawożenia**. Polega ona na ocenie stanu odżywienia roślin, stopniu zaopatrzenia ich w składniki pokarmowe oraz na sformułowaniu zalecenia nawozowego, jeśli sytuacja taka zaistnieje. Formułowanie zaleceń nawozowych wymaga dobrej znajomości technologii uprawy, przebiegu tej uprawy oraz stopnia optymalizacji warunków uprawy, aktualnego i przewidywanego.

### 13.3. Formułowanie zaleceń nawozowych

#### 13.3.1. Wartość standardowa

Przy formułowaniu zaleceń nawozowych z optymalnego przedziału wyznaczonego przez liczby graniczne (tab. 43) obiera się tzw. wartość standardową. Jej wielkość powinna być syntezą rozważania wpływu wszystkich czynników oddziałujących na wzrost roślin. Uwzględnić trzeba bieżące potrzeby roślin przy danej intensywności wzrostu. Do zaspokojenia tych potrzeb dodatkowo daje się po 20–50 mg N i 20–80 mg K na 1 dm<sup>3</sup> podłoża w ciągu miesiąca. Należy także wziąć pod uwagę rezerwy danego składnika w podłożu oraz tempo ich uruchamiania. Obierana wartość standardowa powinna być zbliżona do dolnej liczby granicznej dotyczącej upraw w początkowej fazie po posadzeniu, zaś później, gdy wzrost jest intensywny, a warunki zbliżone do optymalnych – bliższa górnej liczbie granicznej.

Dawki Osmocote i Plantacote zalecane do uprawy niektórych ozdobnych roślin doniczkowych w kg/m<sup>3</sup> podłoża

Roślina	Osmocote				Plantacote		
	3-4 M	5-6 M	8-9 M	12-14 M	4 M	3 M	8 M
Gatunki o małych wymaganiach pokarmowych							
Pierwiosnek	2,5-3	3-3,5			2-3,0	3-4	
Sępolia		2,5-3			1,5-2		
Paprocie	2-3,5	3-4			2,5-3,5	3-4	
Maranta		2-4				3-4	4-5
Gatunki o przeciętnych wymaganiach pokarmowych							
Epipremnum	2-3	3-4				3-4	4-5
Szefflera		3-5	4-7			3-4	4-5
Dracena			3-4				4-5
Poinsecja		4-5				5-6	5-7
Palmy				4-5		3-4	4-5
Gatunki o dużych wymaganiach pokarmowych							
Chryzantemy	3-4	4-5					
Fuksja	3-4	3,5-5			3,5-4,5	3,5-4,5	
Trójskrzyn		4-5			4-5	5-6	
Figowiec		3-5	4-6	6-7		5-6	6-7
Diffenbachia		3-5	4-6		4-5	4-5	
Bluszcz		3-5			3-5	4-6	
Monstera		5-6	5-7			5-6	6-7
Filodendron		5-7	6-7			5-6	5-7
Pelargonie	3-4	4-6			4-5	4-6	

### 13.3.2. Nawożenie podstawowe

Znając niedobór poszczególnych składników, dobiera się gotowy nawóz zawierający potrzebne składniki w zbliżonej proporcji albo decyduje się na użycie nawozów pojedynczych (jednoskładnikowych). Zawartość składników pokarmowych w podłożu i roślinie wyraża się w formie pierwiastkowej. Niezbędne jest zatem przeliczanie form tlenkowych (w jakich podaje się zawartość składników w nawozach) na pierwiastkowe lub odwrotnie.

Współczynniki przeliczeniowe

tlenków na pierwiastki:

$$P_2O_5 \quad \times 0,44 = P$$

$$K_2O \quad \times 0,83 = K$$

$$CaO \quad \times 0,71 = Ca$$

$$MgO \quad \times 0,60 = Mg$$

$$Fe_2O_3 \quad \times 0,70 = Fe$$

$$Al_2O_3 \quad \times 0,53 = Al$$

$$MnO \quad \times 0,77 = Mn$$

Współczynniki przeliczeniowe

pierwiastków na tlenki:

$$P \quad \times 2,29 = P_2O_5$$

$$K \quad \times 1,20 = K_2O$$

$$Ca \quad \times 1,40 = CaO$$

$$Mg \quad \times 1,66 = MgO$$

$$Fe \quad \times 1,43 = Fe_2O_3$$

$$Al \quad \times 1,89 = Al_2O_3$$

$$Mn \quad \times 1,29 = MnO$$

Używając podłoży zawierających powyżej 40% ziemi mineralnej, niedobór fosforu należy zwiększyć 1,5-2,5-krotnie ze względu na kompleks sorpcyjny, który w znacznym stopniu wiąże ten pierwiastek. Sposób obliczania dawek nawozów studenci poznali na przedmiocie Nawożenie roślin ogrodniczych.

### 13.3.3. Nawożenie pogłównie, czyli zasilanie

Nawożenie pogłównie można stosować w formie posypowej i płynnej. W razie używania nawozów sypkich jednorazowa dawka łącznie nie może przekraczać  $50\text{g/m}^2$  w uprawie roślin wrażliwych,  $100\text{g/m}^2$  – dla średnio wrażliwych i  $150\text{g/m}^2$  – dla mało wrażliwych na zasolenie podłoża. Lepiej i bezpieczniej, gdy są one o około 50% mniejsze. Nawożenie posypowe można powtarzać nie częściej niż co 10–14 dni. Ten sposób nawożenia stosowany jest przeważnie w polowej uprawie roślin ozdobnych, natomiast pod osłonami sporadycznie.

Nawożenie pod osłonami odbywa się obecnie w formie płynnej, roztworami nawozów całokowicie rozpuszczalnych. Najkorzystniejsze jest **nawożenie z każdym podlewaniem**, czyli tzw. **fertygacja**. Odpowiednie do tego celu nawozy zestawiono w tabeli 44. Ze względów technicznych nie zawsze jest to możliwe. Wtedy nawożenie stosuje się rzadziej, ale roztworami o wyższych stężeniach. W pierwszym przypadku stężenie nawozów wynosi 0,03–0,2%, a w drugim dla roślin wrażliwych na zasolenie nie powinno przekraczać 0,3%, dla średnio wrażliwych 0,5%, a dla mało wrażliwych 0,8%. Na  $1\text{m}^2$  w uprawie płaskiej zużywa się przy fertygacji około  $10\text{dm}^3$  wody, a w uprawie doniczkowej około 20% objętości podłoża. Przybliżone miesięczne dawki poszczególnych składników pokarmowych w zależności od wymagań roślin i zasobności podłoża ilustrują tabele 45 i 46. Są to dawki dla co najmniej 20-centymetrowej warstwy podłoża [ $\text{g/m}^2$ ] lub uprawy doniczkowej [ $\text{mg/dm}^3$ ]. Ważną rolę w nawożeniu roślin ozdobnych pod osłonami odgrywa jakość wody, między innymi zawartość w niej szkodliwego fluoru (tab. 47).

Specjalne sposoby nawożenia stosowane są w zamkniętych systemach uprawy roślin (patrz rozdział 15) [Strojny 1993].

### 13.3.4. Nawożenie dolistne

Nawożenie dolistne w uprawie roślin ozdobnych praktykowane jest bardzo rzadko, przeważnie jako interwencyjne dla szybkiego uzupełnienia ostrego niedoboru jakiegoś składnika, zwykle mikrośladnika. Skuteczne są w tym wypadku **nawozy chelatowe** (tab. 48). W nawozach tego typu mikrośladniki połączone są z częścią organiczną. Mikrochelacyt LS-3 zapobiega chlorozom powodowanym niedoborem żelaza, miedzi i cynku lub likwiduje je, jeśli już wystąpiły. Działa także zapobiegawczo przeciwko chorobom bakteryjnym i grzybowym. Polichelat LS-7 produkowany jest w formie pylistej i płynnej. W uprawie szklarniowej zaleca się go używać do roślin rosnących w niewielkiej ilości podłoża, np. w torfie wysokim lub produkowanych metodą hydroponiczną. Mikrochelat Gama stosuje się doglebowo i dolistnie w uprawach pod osłonami i w polu. Mis czysty B różni się istotnie od wcześniej opisanych mikronawozów. Jest mieszaniną mineralnych związków zawierających mikrośladniki. Ze względu na stosunkowo dużą zawartość miedzi i molibdenu nadaje się przede wszystkim dla roślin uprawianych w torfie wysokim. Produkowany jest jako uzupełnienie MIS-3 i MIS-4 cz. A. Można go również stosować w połączeniu z innymi nawozami makrośladnikowymi pojedynczymi lub wielośladnikowymi, nie zawierającymi mikroelementów [Breś i in. 1997].



Nawozy wieloskładnikowe do fertygacji

Nawóz	Zawartość składników pokarmowych [w % wagowych]										
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Mo	
Universol Fioletowy	10	10	30	3	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,01	
Universol Żółty	12	30	12	2	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,01	
Universol Niebieski	18	11	18	2	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,01	
Universol Zielony	23	6	10	2	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,01	
Universol Pomarańczowy	16	5	25	3	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,01	
Universol Basis	4	19	35	4	0,02	0,02	0,02	0,08	0,12	0,02	
Kristalon Biały	15	5	30	3	0,25	0,17	0,04	0,03	0,14	0,004	
Kristalon Błękitny	20	5	10	2	0,25	0,17	0,04	0,03	0,14	0,004	
Kristalon Czerwony	12	12	36	2	0,25	0,17	0,04	0,03	0,14	0,004	
Kristalon Fioletowy	19	6	6	1	0,25	0,17	0,04	0,03	0,14	0,004	
Kristalon Niebieski	19	6	20	3	0,25	0,17	0,04	0,03	0,14	0,004	
Kristalon Pomarańczowy	6	16	36	3	0,25	0,17	0,04	0,03	0,14	0,004	
Kristalon Zielony	18	18	18	3	0,25	0,17	0,04	0,03	0,14	0,004	
Kristalon Żółty	13	40	13		0,25	0,17	0,04	0,03	0,14	0,004	
Ferticare 6,4-11-37	6,4	11	37	4,5	0,02	0,01	0,1	0,10	0,2	0,002	
Ferticare 14-11-25	14	11	25	2,2	0,02	0,01	0,1	0,20	0,2	0,002	
Ferticare 7-9-32	7	9	32	4,3	0,02	0,01	0,1	0,20	0,2	0,002	
Ferticare 0-36-25	-	36	25	4,5	0,025	0,015	0,25	0,10	0,18	0,002	

Tabela 45

Miesięczne dawki podstawowych składników pokarmowych w nawożeniu pogłównym  
w okresie letnim (15 marzec–15 wrzesień)  
[wg Schönberga, Guldego i Kaufmanna 1989, ze Strojnego 1993]

Wymagania rośliny*	Poziom składnika w podłożu	N		P		K		Mg	
		g/m <sup>2</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	g/m <sup>2</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	g/m <sup>2</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	g/m <sup>2</sup>	mg/dm <sup>3</sup>
niskie	w zakresie liczb granicznych	2	25	–	–	–	–	–	–
	poniżej zakresu liczb granicznych	5	25	4	25	6	40	1	10
	znacznie poniżej zakresu liczb granicznych**	5	50	4	25	8	40	1	10
średnie	w zakresie liczb granicznych	5	25	–	–	6	40	–	–
	poniżej zakresu liczb granicznych	8	50	7	40	8	80	2	10
	znacznie poniżej zakresu liczb granicznych	10	50	7	40	13	80	2	10
wysokie	w zakresie liczb granicznych	5	25	–	–	4	40	–	–
	poniżej zakresu liczb granicznych	9	50	10	50	13	80	3	20
	znacznie poniżej zakresu liczb granicznych	13	75	10	50	17	130	3	20
bardzo wysokie	w zakresie liczb granicznych	10	50	–	–	17	80	–	–
	poniżej zakresu liczb granicznych	15	75	10	50	20	130	4	20
	znacznie poniżej zakresu liczb granicznych	20	100	10	50	30	170	4	20

Objaśnienia:

\* Wymagania niskie: N 40–100 mg/ dm<sup>3</sup> P 30–80 mg/ dm<sup>3</sup> K 60–150 mg/ dm<sup>3</sup> Mg 40–70 mg/ dm<sup>3</sup>  
średnie: N 60–120 mg/ dm<sup>3</sup> P 50–100 mg/ dm<sup>3</sup> K 150–250 mg/ dm<sup>3</sup> Mg 80–110 mg/ dm<sup>3</sup>

Tabela 46

Miesięczne dawki podstawowych składników pokarmowych w nawożeniu pogłównym  
w okresie zimowym (15 wrzesień–15 marzec)  
[wg Schönberga, Guldego i Kaufmanna 1989, ze Strojnego 1993]

Wymagania rośliny*	Poziom składnika w podłożu	N		P		K		Mg	
		g/m <sup>2</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	g/m <sup>2</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	g/m <sup>2</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	g/m <sup>2</sup>	mg/dm <sup>3</sup>
niskie	w zakresie liczb granicznych	–	–	–	–	–	–	–	–
	poniżej zakresu liczb granicznych	4	25	4	25	6	40	1	10
	znacznie poniżej zakresu liczb granicznych**	4	25	4	25	6	40	1	10
średnie	w zakresie liczb granicznych	–	–	–	–	–	–	–	–
	poniżej zakresu liczb granicznych	5	25	7	40	8	40	2	10
	znacznie poniżej zakresu liczb granicznych	8	50	7	40	13	80	2	10
wysokie	w zakresie liczb granicznych	–	–	–	–	4	40	–	–
	poniżej zakresu liczb granicznych	8	50	10	50	13	80	3	20
	znacznie poniżej zakresu liczb granicznych	10	50	10	50	17	80	3	20
bardzo wysokie	w zakresie liczb granicznych	5	25	–	–	8	40	–	–
	poniżej zakresu liczb granicznych	10	50	10	50	17	80	4	20
	znacznie poniżej zakresu liczb granicznych	12	75	10	50	20	130	4	20

Objaśnienia: patrz tab. 45.



Tabela 47

Rośliny o szczególnej wrażliwości na fluor zawarty w podłożu lub w wodzie [Strojny 1993]

Gatunek	Nazwa polska
<i>Aglaonema commutatum</i>	aglonema zmienna
<i>Aspidistra elatior</i>	aspidistra wyniosła
<i>Calathea lancifolia</i>	kalatea ozdobna
<i>Calathea makoyana</i>	kalatea Macoyana
<i>Chamaedorea elegans</i>	chamedora wytworna
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	chamedora Seifriza
<i>Chlorophytum comosum</i>	zielistka Sternberga
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	areka złocista
<i>Cordyline fruticosa</i> szczególnie 'Baby Doll'	kordylina paciarcznicolistna
<i>Ctenanthe amabilis</i>	ktenante miłe
<i>Ctenanthe oppenheimiana</i>	ktenante Oppenheima
<i>Dracaena deremensis</i> szczególnie 'Janet Craig' i 'Warneckii'	dracena deremeńska
<i>Dracaena fragrans</i>	dracena wonna
<i>Dracaena marginata</i>	dracena obrzeżona
<i>Dracaena sanderiana</i>	dracena Sanderana
<i>Freesia xhybrida</i>	frezja mieszańcowa
<i>Lilium</i> sp.	lilia
<i>Maranta</i> sp.	maranta
<i>Yucca elephantipes</i>	juka słoniostopowa

Tabela 48

Zawartość mikrośladników i magnezu w mikronawozach [%]

Nazwa nawozu	Forma nawozu	Mg	B	Mo	Cu	Mn	Zn	Fe
Mikrochelacyt LS-3	pylista	–	–	–	3,3	–	3,4	1,6
	płynna	–	–	–	1,1	–	1,1	0,5
Polichelat LS-7	pylista	2,9	0,7	0,1	1,3	1,4	1,9	2,9
	płynna	0,9	0,2	0,03	0,4	0,5	0,6	1,0
Mikrochalat Gama	płynna	1,9	0,4	0,09	0,5	0,9	0,6	3,6
MIS cz. B	stała	–	1,8	2,7	9,7	2,6	0,6	7,0

Tabela 49

Nawozy i sole do rozpuszczania w wodzie (nawożenie dolistne i sporządzanie pożywek)

Nazwa nawozu	Wzór chemiczny	Zawartość składników [%]	Stężenie cieczy roboczej do opryskiwania [%]
Mocznik	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46 N	1,0–2,0
Saletra amonowa	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	34 N	0,5–1,0
RSM*	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3$	28-32 N	0,8–1,5
Fosforan amonu	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	12 N, 26,6 P	0,2–0,6
Fosforan potasu	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	28,2 K, 22,3 P	0,5–1,0
Saletra potasowa	$\text{KNO}_3$	38,2 K, 13 N	0,5
Chlorek potasu	$\text{KCl}$	53,0 K	0,5
Siarczan potasu	$\text{K}_2\text{SO}_4$	40,0 K	0,5
Saletra wapniowa	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	15,5 N, 18,5 Ca	0,5
Siarczan magnezu	$\text{MgSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	17,4 Mg 9,9 Mg	0,5 0,8
Saletra magnezowa	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	9,5 Mg, 11 N	0,5
Siarczan żelazawy	$\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	19,5	0,4–2,8
Chelaty żelaza	EDTA, DTPA	6-13 Fe	0,1–0,2
Siarczan manganawy	$\text{MnSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$	54,3 Mn	0,4–0,7
Siarczan cynku	$\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	22,0 Zn	0,3–0,6
Siarczan miedzi	$\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$	63,5 Cu	0,1
Boraks	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$	11,3 B	0,1–0,2
Molibdenian amonu	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \times 4\text{H}_2\text{O}$	54,3 Mo	0,02
Kwas ortofosforowy	$\text{H}_3\text{PO}_4$	43% P (obj.)	dawka uzależniona od pH wody
Kwas azotowy	$\text{HNO}_3$	21% (obj.)	

\*RSM – mieszanina saletry amonowej i mocznika

Do nawożenia dolistnego oraz do sporządzania pożywek odpowiednie są także nawozy zestawione w tabeli 49, a do stosowania dolistnego, czyli pozakorzeniowego również te wymienione w tabeli 50.

## Nawozy wieloskładnikowe do stosowania pozakorzeniowego

Nawóz	Zawartość składników pokarmowych (w % wagowych)										
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Mo
Agroleaf Azotowy	31	11	11	0,4	-	0,03	0,07	0,07	0,07	0,14	0,001
Agroleaf Fosforowy	12	52	5	0,4	-	0,03	0,07	0,07	0,070	0,14	0,001
Agroleaf Potasowy	15	10	31	0,4	-	0,03	0,07	0,07	0,07	0,14	0,001
Agroleaf Total	20	20	20	0,4	-	0,03	0,07	0,07	0,07	0,14	0,001
Basfoliar 6-12-6	6	12	6	0,01	-	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,005
Basfoliar 12-4-6	12	4	6	0,2	2,5	0,02	0,01	0,005	0,01	0,01	0,005
Basfoliar 36 Extra	27,1	-	-	1,9	-	0,02	0,20	0,01	0,01	0,02	0,005
Ekolist makro 12-4-7	12	4	7	+	+	0,02	0,01	0,005	0,01	0,02	0,01
Ekolist makro 6-12-7	6	12	7	+	+	0,01	0,01	0,05	0,01	0,02	0,005
Ekolist makro U	4	-	-	5	4,3	0,56	0,6	0,6	1	0,67	0,004
Ekolist standard	10		6	2,7	+	0,41	0,41	0,24	0,04	0,08	0,004
Folicare 18-18-18	18	18,1	18	1,5	2,9	0,02	0,1	0,02	0,01	0,2	0,01
Folicare 22-4-22	22,2	4	22,1	1,5	3,6	0,02	0,1	0,02	0,1	0,2	0,01
Folicare 7-27-24	6,6	27	24,5	2,8	2,3	0,8	0,01	0,01	0,1	0,1	-
Folicare 12-46-8	12	46	8	1,4	2,2	0,02	0,1	0,02	0,1	0,2	0,01
Mikrokompleks	-	-	-	16	12,5	0,05	0,3	0,2	0,35	-	0,01
Peters Plant Starter	13	52	10								
Peters Allrounder	20	20	20								
Peters Foliar Feed	27	15	12								
Peters Blossom Booster	10	30	20								

**Regulatory roślinne** (synonimy: hormony wzrostowe roślin; regulatory wzrostu roślin; roślinne substancje wzrostowe; regulatory rozwoju roślin; bioregulatory roślinne; znane są także i inne nazwy) są to związki organiczne, które w bardzo małych ilościach (wykluczających ich działanie żywieniowe) pobudzają, hamują lub w inny sposób modyfikują procesy fizjologiczne roślin [Overbeek 1954, Jankiewicz 1997]. Do regulatorów roślinnych zalicza się związki endogenne, czyli powstające w roślinie oraz egzogenne, tj. zadawane z zewnątrz, najczęściej syntetyczne, nie występujące w naturze. Hormonami roślinnymi nazywane są endogenne regulatory roślinne, które transportowane są w roślinie od miejsca wytworzenia, do miejsca, gdzie wywierają swoje działanie [Overbeek 1954]. Są więc we współczesnym rozumieniu nośnikami informacji [Antoszewski 1974]. Działanie hormonu w roślinie zależy od jego stężenia i od wrażliwości tkanek na ten hormon.

### *14.1. Ważniejsze regulatory roślinne*

**Auksyny** są w roślinie wytwarzane głównie w młodych częściach pędu. Transportowane są dopodstawowo, czyli do nasadowej części pędu lub liścia, gdy organy te znajdują się w położeniu pionowym, po przygięciu pędu do położenia poziomego transport ich słabnie. Dlatego sadzonki roślin ozdobnych umieszcza się w podłożu pionowo, co najwyżej lekko ukośnie. Auksyny mają zdolność przyciągania substancji pokarmowych do miejsca, gdzie się tworzą lub gromadzą (tak zwany efekt zlewu fizjologicznego). Pobudzają one wzrost wydłużeniowy łodyg, biorą udział w hamowaniu rozwoju pąków bocznych na łodydze, pobudzają działanie kambium (=miazgi) i współdziałają z innymi regulatorami w tworzeniu systemu przewodzącego roślin. Pobudzają także powstawanie korzeni przybyszowych na sadzonkach i w tym celu są przede wszystkim stosowane. W pewnym stopniu przeciwdziałają starzeniu się organów, zrzucaniu liści i innych części rośliny.

#### **Ważniejsze naturalne (endogenne) auksyny:**

**Kwas indolilo-3-octowy**, w skrócie **IAA**, od angielskich słów „indoleacetic acid”, występuje powszechnie w roślinach i jest głównym hormonem wzrostowym roślin. Wchodzi w skład niektórych preparatów handlowych używanych do ukorzenia sadzonek. W metodzie roztworów rozcieńczonych stosuje się go do ukorzenia sadzonek w stężeniu 100–150 mg/dm<sup>3</sup>. Łatwo rozkłada się na świetle, dlatego preparaty w skład których wchodzi muszą być przechowywane w ciemności.

**Kwas indolilo-3-masłowy**, w skrócie **IBA**, ostatnio stwierdzono, że także występuje dość powszechnie w roślinach. Od dawna jest wykorzystywany jako stymulator

ukorzenia sadzonek, w stężeniu 20–40 mg/dm<sup>3</sup> metodą roztworów rozcieńczonych oraz w formie pudru po rozprowadzeniu w talku technicznym.

**Ważniejsze auksyny syntetyczne (egzogenne)**, czyli nie spotykane w roślinach:

**Kwas naftylo-1-octowy**, w skrócie **NAA**, jest składnikiem czynnym preparatów do pobudzania ukorzenia sadzonek, np. preparatu „Ukorzeniacz” produkowanego w kilku wersjach. W metodzie roztworów rozcieńczonych używa się NAA do traktowania sadzonek w stężeniu 15–40 mg/dm<sup>3</sup>, w wyższych stężeniach łatwo powoduje efekty toksyczne.

**Kwas 2-naftoksyoctowy**, w skrócie **NOA**, jest jednym z najlepszych preparatów do wywoływania partenokarpicznego rozwoju owoców pomidora i oberżyny. Jest składnikiem krajowych preparatów z serii Betoksonów.

**Kwas 2,4-dichlorofenoksyoctowy**, w skrócie **2,4-D**, jest około 5–10 razy silniejszy w działaniu niż NAA. Przy przedawkowaniu silnie toksyczny, dlatego służył dawniej powszechnie jako substancja chwastobójcza. Stosuje się go często w kulturach tkankowych.

Przykłady produkowanych na świecie preparatów zawierających auksyny, pobudzających ukorzenie sadzonek, zestawiono w tabeli 51. Efektywność auksyn próbuje się zwiększać przez dodawanie tzw. **kofaktorów ukorzenia**, którymi są bardzo złożone związki chemiczne. Mechanizm stymulowania ukorzenia przez kofaktory nie jest dobrze poznany, a wyniki badań nie są jeszcze jednoznaczne. Jako kofaktory ukorzenia bywają używane m.in. **polifenole**, np. **kwaskawowy**, **kwassalicylowy**, **rutyna**, **pirogallol** i **katechol**.

**Gibereliny**, w skrócie **GA**, pobudzają wzrost wydłużeniowy pędów. Łącznie z auksyną stymulują aktywność kambium i tworzenie się systemu przewodzącego. GA tworzą się w młodych pędach i młodych liściach, ale prawdopodobnie głównie w rosnących korzeniach. Transportowane są w tkankach przewodzących dopodstawowo i dowerzchołkowo. W tkance miękiszowej są jednak unieruchamiane, co trzeba brać pod uwagę podczas traktowania nimi roślin. U roślin długiego dnia GA tworzą się przy sprzyjającej kwitnieniu długości dnia i od ich nagromadzenia się zależy kwitnienie. **GA<sub>3</sub>** stymuluje zawiązywanie pąków kwiatowych i przyspiesza kwitnienie niektórych gatunków roślin ozdobnych. Przyspiesza także ustępowanie spoczynku bezwzględного i dlatego używana jest do pędzenia, np. konwalii majowej (*Convallaria majalis* L.) na Boże Narodzenie.

**Cytokininy**, w skrócie **CK**, wytwarzane są głównie w systemie korzeniowym i transportowane do części nadziemnej. Prawdopodobnie tworzą się także w innych częściach roślin. Cytokininy pobudzają podziały komórkowe w merystemach, przeciwdziałają starzeniu się organów roślinnych, łącznie z auksyną pobudzają aktywność kambium i tworzenie się tkanek przewodzących. CK pobudzają rozwój pąków bocznych na pędach oraz przeciwdziałają auksynom i inhibitorom w tym zjawisku. Najważniejszą **naturalną CK** jest **zeatina** i jej pochodne. Naturalną cytokininą jest także **6-izopentyloadenina**, w skrócie **2iP** lub **IPA**, stosowana dość często w kulturach *in vitro*. Spośród **syntetycznych CK** najczęściej wykorzystywane są: **benzyloadenina (6-benzyloaminopuryna**, w skrócie **BA** lub **BAP**), **kinetyna (6-furfuryloaminopuryna)**, **tidiazuron** – pochodna mocznika i **forchlorfenuron (CPPU)**, także pochodna mocznika.

## Przykłady preparatów handlowych stymulujących ukorzenie sadzonek roślin ozdobnych

Nazwa (kraj)	Forma	Substancja czynna	Inne składniki
Floradix N (Polska)	puder	NAA (0,2%)	benomyl (2,5%) kaptan (1,0%)
Ukorzeniacz A (Polska)	puder	IBA (0,3%)	benomyl (0,1%) kaptan (1,0%)
Ukorzeniacz B (Polska)	puder	NAA (0,2%)	benomyl (0,1%) kaptan (1,0%)
Ukorzeniacz B2 (Polska)	puder	NAA (0,2%)	benomyl (2,5%)
Ukorzeniacz AB (Polska)	puder	NAA (0,3%) IBA (0,05%)	benomyl (0,1%) węgiel aktywny (5,0%)
Stymulator D (Polska)	puder	NAA (0,3%)	kwas salicylowy (0,2%) kwas borowy (0,2%) nieokreślone witaminy i fungicyd
Wurzelfix (Niemcy)	puder	NAA (0,1%)	
Seradix B No 1 (Wielka Brytania)	puder	IBA (0,2%)	
Seradix B No 2 (Wielka Brytania)	puder	IBA (0,4%)	
Seradix B No 3 (Wielka Brytania)	puder	IBA (0,8%)	
Hormo-Root 2 (USA)	puder	IBA (2,0%)	thiram (15%)
Hormodin 3 (USA)	puder	IBA (0,8%)	
Rootone (USA)	puder	IBA (0,1%) NAA (0,2%)	thiram (4%)
Synergol (Wielka Brytania)	płyn	K-IBA (0,5%) K-NAA (0,5%)	dichlorofen (0,025%) mentol, bor
Dip'N Grow (USA)	płyn	IBA (1,0%) NAA (0,5%)	DMSO bor
Jiffy Grow (USA)	płyn	IBA (0,5%) NAA (0,5%)	bor (0,0175%)
Wood's Rooting Compound (USA)	płyn	IBA (1,0%) NAA (0,5%)	DMF (20%)
Rhizopon AA (Holandia)	tabletki	IBA	
Rhizopon B (Holandia)	tabletki	NAA	

Objaśnienia skrótów: K-IBA – sól potasowa kwasu indolilomasłowego; DMSO – dwumetylosulfoksyd; DMF – dwumetyloformamid.

Stymulatorem wzrostu i odporności roślin jest **Asahi SL**, zawierający 0,3% para-nitrofenolanu sodu, 0,2% orto-nitrofenolanu sodu i 0,1% 5-nitrogwajakolanu sodu. Zawarte w preparacie związki fenolowe są przekształcane przez rośliny w inne pochodne fenoli, które uczestniczą w przemianach prowadzących do uzyskania większej ilości energii w mitochondriach. Zwiększenie ich zawartości w roślinie zmniejsza lepkość cytoplazmy, co z kolei sprzyja szybszemu przepływowi wszelkich produktów biosyntezy [Sowiński 2004]. Preparat stosuje się w formie opryskiwania dolistnego. W stężeniach od 0,1 do 0,6% zwiększał średnicę i długość szyjki korzeniowej oraz masę części nadziemnej i systemu korzeniowego róży wielokwiatowej (*Rosa multiflora* Thunb.), stosowanej jako podkładka do okulizacji szlachetnych odmian róż [Hetman i Adamiak 2003]. Wywarł również korzystny wpływ na jakość ukorzenionych sadzonek odmian żywotnika zachodniego – *Thuja occidentalis* ‘Rheingold’ i ‘Sunkist’ [Bąbalewski 2008]. Moczenie bulw acidantery dwubarwnej (*Gladiolus murielae* Kelway et Langport; synonimy: *Acidanthera murielae* var. *murielae* R.H. Perry; *Gladiolus bicolor* Hochst.) zwiększyło liczbę i masę bulw potomnych w plonie ogólnym i handlowym w porównaniu z bulwami niemoczonymi [Kocira i Laskowska 2005].

## 14.2. Inhibitory wzrostu

Inhibitory wzrostu są to związki chemiczne, które już w bardzo niskim stężeniu hamują wzrost roślin. Najważniejszym inhibitorem jest prawdopodobnie **kwasy abscy-synowy (ABA)**, syntetyzowany w liściach i owocach, zwłaszcza starzejących się lub dojrzewających. Podczas stresu wodnego poziom ABA w roślinie gwałtownie wzrasta. Tak więc brak lub nadmiar wody hamuje wzrost roślin w sposób kompleksowy. ABA jest jednym z czynników powodujących zamykanie się aparatów szparkowych. W czasie dojrzewania nasion na roślinie ilość ABA silnie w nich wzrasta, ale potem, na początku stratyfikacji związek ten szybko zanika. ABA sprzyja zrzucaniu liści i owoców, a w niektórych przypadkach stymuluje ukorzenianie sadzonek.

Innym inhibitorem jest **kwasy jasmonowy (JA)**, jego **ester metylowy (JA-Me)** i grupa związków o podobnej strukturze, które zostały odkryte w roślinach niedawno. **Jasmonoidy** hamują wzrost wydłużeniowy łodyg, ale stymulują tworzenie się bulw, np. ziemniaka. Często działają podobnie jak ABA.

**Retardanty** – są to inhibitory przeciwdziałające giberelinom. Powodują wytworzenie się krótkich międzywęźli, lecz zwykle nie hamują rozwoju liści i działalności merystemów wierzchołkowych. Dzięki temu powstają rośliny niższe i zwarte. W uprawie roślin ozdobnych, zwłaszcza doniczkowych, bywają stosowane m.in. **Ancymidol, Chlomekwat, Daminozyd, Paklobutrazol i Flurprimidol**.

**Etylen** – wytwarzany jest przez wszystkie części rośliny. Najwięcej wytwarzają go organy uszkodzone oraz dojrzewające kwiaty i owoce. Kwitnące rośliny doniczkowe i kwiaty cięte, aby długo zachowały wartość dekoracyjną, należy przechowywać w obniżonej temperaturze i kondycjonować specjalnymi związkami chemicznymi, hamującymi syntezę etylenu.

**Związki fenolowe** – jak już wspomniano – wspomagają auksynę przy ukorzenianiu sadzonek. W metodzie roztworów rozcieńczonych stosuje się je do sadzonek w bardzo niskich stężeniach, około 1–10 mg/dm<sup>3</sup>, w wyższych przestają działać. Kwasy

salicylowy okazał się ważnym elementem reakcji odpornościowych roślin oraz hormonem powodującym wydzielanie się ciepła w kwiatostanach roślin z rodziny obrazkowatych (*Araceae*).

**Fuzikokcyna** – była znaleziona w wydzielinie grzyba pasożytniczego *Fusicoccum amygdali* powodującego chorobę więdnienia migdała i moreli. Obecnie uważa się, że występuje naturalnie także w roślinach jednoliściennych i dwuliściennych. Pobudza kiełkowanie nasion, zwłaszcza w niesprzyjających warunkach oraz powoduje wydłużanie się międzywęzli.

**Poliaminy**, w skrócie **PA**, odkryte zostały stosunkowo niedawno. Stabilizują kwasy nukleinowe i błony komórkowe. Stosowane są w kulturach tkankowych i prawdopodobnie będą używane do łagodzenia wpływu stresów, np. suszy. Związkami częściej używanymi są: **putrescyna**, **spermidyna** i **spermina**.

**Brasinosteroidy**, w skrócie **BR** są związkami steroidowymi. W bardzo niskich stężeniach pobudzają wzrost wydłużeniowy i podział komórek. Występują obficie w pyłku roślin z rodziny kapustowatych (wcześniej krzyżowych) – *Brassicaceae* (wcześniej *Cruciferae*). W roślinach najczęściej spotykane są: **brasinolid** i **kastasteron**. Dla tych związków dopiero poszukuje się praktycznych zastosowań.

**Triakontanol**, w skrócie **TRIA**, jest to alkohol pierwszorzędowy o długim łańcuchu węglowym. Związek ten pobudza wzrost części wegetatywnych rośliny i powoduje obfitsze owocowanie. **TRIA** stosowany jest na milionach hektarów upraw, zwłaszcza roślin zbożowych i warzyw w Azji Wschodniej i Południowej.

## 14.3. Zastosowanie regulatorów wzrostu w uprawie roślin ozdobnych

### 14.3.1. Stymulowanie ukorzenia sadzonek

Ukorzenia sadzonek poszczególnych gatunków i odmian roślin jest zróżnicowane i zależy przede wszystkim od ich właściwości genetycznych, zwłaszcza zdolności wytwarzania naturalnych auksyn, ale także od kompleksu innych czynników. Sadzonkom licznych taksonów trudno tworzących korzenie przybyszowe dostarcza się auksyny z zewnątrz (auksyny egzogenne). Znane są gatunki roślin, których sadzonki ukorzeniają się wprawdzie bez traktowania auksynami, lecz zastosowanie tych związków skraca okres ukorzenia i polepsza jakość systemu korzeniowego. Dzięki czemu otrzymuje się rośliny silniejsze oraz zwykle szybciej rosnące. Są też takie rośliny, których sadzonki bez dostarczenia auksyn z zewnątrz nie ukorzeniają się. W obrębie niektórych gatunków, np. magnolii Soulange'a (=magnolia pośrednia) – *Magnolia* ×*soulangiana* Soul.–Bod., poszczególne odmiany wykazują tak wielką specyfikę, że ich sadzonki muszą być traktowane preparatami korzeniotwórczymi o zróżnicowanym składzie czynników i kofaktorów. Za pomocą odpowiedniego składu stymulatorów możliwe jest także regulowanie wyglądu i budowy systemu korzeniowego młodych roślin.

W praktyce kwaciarskiej stosowane są preparaty o różnym składzie chemicznym. Do niedawna pochodziły one głównie z importu, np. ogólnie znane – **Seradix**, **Rhizopon** czy **Wurzelfix**. Obecnie gotowe preparaty produkowane są także w Polsce.



Preparaty stymulujące ukorzenianie sadzonek stosowane są w formie roztworów rozcieńczonych, roztworów stężonych i proszkowych. W **metodzie roztworów rozcieńczonych** dolną część sadzonek zanurza się do głębokości 1–2 cm w wodnym roztworze auksyny, zwykle w niskich stężeniach (100–150 mg). Traktowanie, w zależności od gatunku bądź odmiany, trwa od kilku do 24 godzin. **Metoda roztworów stężonych** (ang. "quick-dip") polega na zanurzeniu dolnych końców sadzonek na 3–8 sekund, w stosunkowo silnym stężeniu stymulatora, od 500 do 40000 mg/dm<sup>3</sup>. Najczęściej auksyny rozpuszczone są w mieszaninie alkoholu etylowego z wodą, w stosunku objętościowym 1:1. Jako nośniki używane są także: 50% izopropanol, 50% metanol, 50–100% aceton lub 75% gliceryna z dodatkiem 25% izopropanolu. Metodę roztworów stężonych stosuje się do sadzonek gatunków trudno lub bardzo trudno wytwarzających korzenie przybyszowe, przede wszystkim o pędach zdrewniałych. W **metodzie preparatów proszkowych** auksyna jest w odpowiedniej proporcji zmieszana z talkiem technicznym, do którego można dodać substancję grzybobójczą, np. Kaptan lub Benlate. Dolny koniec sadzonek zanurza się w preparacie, a następnie umieszcza w podłożu w uprzednio przygotowanych otworach, aby proszek się nie osypywał. Metoda ta jako prosta i szybka jest najczęściej stosowana w praktyce.

Gdy dysponuje się czystą auksyną, to preparat proszkowy o żądanym stężeniu substancji czynnej można przygotować we własnym zakresie. Na przykład, jeżeli zamierza się traktować sadzonki IBA o stężeniu 1%, to postępuje się następująco: należy odważyć 99 g technicznego talku i 1 g czystego IBA, który rozpuszcza się w alkoholu (w wodzie się nie rozpuszcza!). Alkoholowy roztwór IBA przelewa się do naczynia z talkiem i dodaje w dalszym ciągu alkoholu, aż do uzyskania luźnej papki. Papkę taką dokładnie się miesza w celu równomiernego rozprowadzenia IBA w talku. Po wymieszaniu wyklada się ją do płaskich naczyń (można używać dużych talerzy ceramicznych lub szklanych), przykrywa ciemnym papierem i ustawia w ciemnym miejscu (na świetle IBA ulega rozkładowi). Po 2–3 dniach, gdy alkohol odparuje, wyschnięty proszek zeszkrobuje się, przenosi do moździerza i dokładnie rozdrabnia (rozciera). Po rozdrobnieniu proszek się przesiewa przez gęste sitko i przesypuje do szklanych naczyń ciemno zabarwionych i szczelnie zamykanych. Najlepiej stosować preparat świeży, bezpośrednio po sporządzeniu. Dłuższe przechowywanie powoduje częściowy rozkład IBA. Przy mniejszej masie talku zmniejsza się odpowiednio masę naważki IBA (np. przy 49,5 g talku dla otrzymania preparatu o stężeniu 1% IBA masa naważki wynosi 0,5 g).

Czasami auksynę rozprowadza się w **paście lanolinowej** (lanolina jest to jeden ze składników wydzieliny gruczołów skórnych owcy, używany głównie do wyrobu kremów i maści). Preparatami w formie pasty można traktować sadzonki zdrewniałe, nаноsząc ją na dolny lub górny biegun.

W handlu znajdują się liczne preparaty stymulujące ukorzenianie sadzonek (tab. 51). Wpływ polskiego preparatu **Ukorzeniacz** w trzech odmianach na procent ukorzenienia sadzonek pędowych niektórych roślin ozdobnych ilustruje tabela 52.



Wpływ preparatu Ukorzeniacz na ukorzenianie sadzonek niektórych roślin ozdobnych, w procentach [Czekalski, Pokojowczyk, Bojarczuk 1991]

Gatunek i odmiana	Kontrola	Ukorzeniacz			
		A	B	B2	AB
Rośliny do dekoracji wnętrz					
<i>Bougainvillea glabra</i>	58,0	86,0	94,0	96,0	–
<i>B. spectabilis</i>	17,0	73,0	–	73,0	–
<i>Mandevilla sanderi</i> 'Rosea'	45,0	72,0	80,0	86,6	–
<i>Hedera helix</i> 'Mein Herz'	58,0	92,0	83,0	92,0	–
<i>Nematanthus gregarius</i>	97,5	100,0	100,0	96,6	–
<i>Justicia carnea</i>	40,0	100,0	100,0	100,0	–
<i>Tetrastigma voinierianum</i>	87,0	97,0	93,0	93,0	–
<i>Thunbergia alata</i>	80,0	–	100,0	100,0	–
Byliny ogrodowe					
<i>Aster dumosus</i> – różne odmiany	50,9–90,9	–	56,8–100,0	–	–
<i>Paeonia lactiflora</i> – różne odmiany	10,5–50,0	–	–	59,0–96,0	–
Krzewy ozdobne					
<i>Taxus baccata</i> 'Fastigiata'	51,0	87,0	92,5	–	90,5
<i>Thuja occidentalis</i> 'Pyramidalis'	36,7	–	–	60,2	–
<i>Calluna vulgaris</i> 'Radnor'	40,0	–	–	95,0	–
<i>Chaenomeles</i> × <i>superba</i>	45,0	–	–	88,5	–
<i>Rosa</i> 'Bonica 82'	40,0	–	86,6	–	–
<i>Rosa</i> 'Ferdynand'	19,0	–	44,9	–	–
<i>Rosa</i> 'Schneewittchen'	33,3	90,0	–	–	–
<i>Rhododendron</i> – odmiany z grupy Catawbiense – Hybridum	20,0–80,0	40,0–100,0	50,0–96,0	–	50,0–86,0

„–” nie traktowano

### 14.3.2. Pobudzanie rozkrzewiania

Rozkrzewianie ma duże znaczenie praktyczne w formowaniu kształtu (pokroju) roślin ozdobnych oraz w pozyskiwaniu sadzonek z gatunków i odmian rozmnażanych wegetatywnie. Ręczne przycinanie (uszczykiwanie) wierzchołków pędów w celu zniesienia dominacji wierzchołkowej, zwłaszcza w towarowej uprawie roślin doniczkowych w szklarni, jest bardzo pracochłonne. Czasami bywa praktykowane, przede wszystkim w masowej produkcji azalii doniczkowych (*Rhododendron simsii* Planch.), cięcie mechaniczne za pomocą specjalnych maszyn. Aby było to możliwe, należy spełnić liczne wymagania techniczne w budowie i wyposażeniu szklarni, co związane jest z dużymi kosztami. Dlatego proste i tańsze jest stosowanie w tym celu regulatorów wzrostu, głównie **cytokinin**, które dzięki pobudzaniu rozwoju pąków zwiększają rozgałęzianie się pędów. **Dikegulak** oprócz stymulacji rozkrzewiania hamuje także wydłużanie pędów. Niektóre retardanty również pobudzają rozkrzewianie. Wymienione związki stosuje się zwykle w formie opryskiwania, co jest bardzo wygodne w praktyce. Cytokinina **PBA** (tetrahydropranylo-benzyloadenina) używana jest np. do rozkrzewiania chryzantem, pelargonii i róż. Benzyloadenina (**BA**) wprowadzona do podłoża stymuluje krzewienie np. skrzy-

dłokwiatu (*Spathiphyllum* sp.), wilczomleczu pięknego (*Euphorbia pulcherrima*), koleusa (*Plectranthus scutellarioides*), bluszczu (*Hedera* sp.), difenbachii (*Dieffenbachia* sp.) i innych licznych gatunków, oraz odmian roślin ozdobnych. Sadzonki otrzymane z roślin matecznych traktowanych cytokininami ukorzeniają się jednak trudniej, gdyż związki te hamują powstawanie korzeni przybyszowych. Dlatego sadzonki pobierane z takich roślin muszą być poddane działaniu auksyn, przeciwdziałającym cytokinom. **Dikegulak** może być używany do formowania azalii doniczkowych i bugenwilli (*Bougainvillea glabra* Choisy i *B. spectabilis* Willd.). W uprawie azalii stosuje się ten związek dwa dni po pierwszym mechanicznym (ręcznym) odcięciu wierzchołków pędów. U wielu roślin dikegulak wywołuje chlorozę i zbyt silne zahamowanie wzrostu, dlatego jego stosowanie jest wybiórcze.

### 14.3.3. Hamowanie wzrostu, czyli tzw. skarlanie

Do tego celu używane są przede wszystkim **retardanty wzrostu**. Hamują one wydłużanie międzywęzła, dzięki czemu rośliny są zwarte i niższe. Stosuje się je głównie w produkcji roślin doniczkowych i rabatowych. Pod wpływem retardantów liście mają intensywniejszą barwę, często większą liczbę kwiatów, wcześniej kwitną oraz zajmują mniej miejsca w szklarni [Nowak 1997 a].

W praktyce stosowane są następujące retardanty, a właściwie związki czynne preparatów handlowych: ancymidol do opryskiwania w stężeniu 5–150 mg/dm<sup>3</sup> lub do podlewania w dawce 0,05–2 mg w doniczce o średnicy 10 cm; **chloromekwat** do opryskiwania w stężeniu 50–10000 mg/dm<sup>3</sup> lub 100–800 mg do podlewania; **daminozyd** do opryskiwania w stężeniu 1000–10000 mg/dm<sup>3</sup>; **paklobutrazol** do opryskiwania w stężeniu 10–100 mg/dm<sup>3</sup> lub do podlewania 0,05–250 mg i **flurprimidol** do opryskiwania w stężeniu 15–500 mg/dm<sup>3</sup>.

Ancymidol w stężeniu 0,025% jest substancją czynną preparatu handlowego **Reducymol**. Stosowany jest do hamowania wzrostu np. begonii (*Begonia* sp.), strzałkowca grzechotkowatego (*Justicia brandegeana* Wassh. et L.B. Sm.; syn. *Beloperone guttata* Brandegee), bugenwilli (*Bougainvillea* sp.), cissusa (*Cissus* sp.), koleusa (*Plectranthus*), chryzantemy (*Chrysanthemum* sp.), difenbachii (*Dieffenbachia* sp.), epipremnum złocistego [*Epipremnum aureum* (Linden et André) G.S. Bunting], wilczomleczu pięknego (*Euphorbia pulcherrima* Willd.), figowca (*Ficus* sp.), fuksji (*Fuchsia ×hybrida* Voss.), bluszczu – odmiany (*Hedera helix* L.), róży chińskiej (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), hortensji ogrodowej (*Hydrangea macrophylla* Ser.), kalanchoe (*Kalanchoë ×hybrida* hort.), pelargonii (*Pelargonium* sp.), azalii doniczkowej (*Rhododendron Simsii-Hybridum*), róży (*Rosa* sp.) i trykrotki (*Tradescantia* sp.).

Chloromekwat w stężeniu 46% z dodatkiem 32% chlorku chlorocholiny to substancje czynne preparatu **Cycocel (CCC)**, używanego do skarłania m.in. pantofelnika mieszańcowego (*Calceolaria ×hybrida* hort.), celozji grzebieniastej i pierzastej [*Celosia argentea* var. *cristata* (L.) Kuntze], wrzośca (*Erica* sp.), odmian gerbery (*Gerbera jamesonii* Bolus) uprawianych w doniczkach, wilczomleczu pięknego (syn. poinsecja), kalanchoe, oleandra pospolitego (*Nerium oleander* L.), pelargonii, odmian róż, motylka wisetońskiego (*Schizanthus ×wisetonensis* Low) i innych roślin.

Do Polski sprowadzany jest z Niemiec także **Cycocel ogrodnicy** (Gartenbau-Cycocel, w skrócie **G-CCC**). W swoim składzie zawiera 40% chloromekwatu, 28% chlorku

chlorocholiny, 5% czystego azotu, 0,1% magnezu, manganu i miedzi w formie chelato-  
wej oraz środek zwilżający polepszający przyczepność preparatu, gdy stosowany jest  
w formie opryskiwania. Używany jest do hamowania wzrostu m.in. zaślazu mieszańco-  
wego (*Abubilon* ×*hybridum* hort.), pokrzywca szorstkawego i hiszpańskiego (*Acalypha*  
*hispida* Burm. i *A. chamaedrifolia* ‘Bodesfeuerzauber’), achimenesu mieszańcowego  
(*Achimenes* ×*hybrida* hort.), odmian begonii ogrodowej (*Begonia* ×*elatio*r Maatsch)  
i innych gatunków oraz odmian begonii, astra chińskiego (*Callistephus chinensis* Nees),  
srebrzenia krzewiastego [*Argyranthemum frutescens* (L.) Schultz Bip.; syn. *Chrysanthemum*  
*frutescens* L.], wilczomleczu pięknego, fuksji, róży chińskiej, niecierpka Walleriana  
(*Impatiens walleriana* Hook.), hortensji ogrodowej, odmian lilii (*Lilium* sp.), np. odm.  
‘Enchantment’ i pelargonii itd.

**Daminozyd**, w skrócie **SADH**, w stężeniu 85% jest substancją czynną preparatu  
**Alar-85**, który stosuje się do skarlania m.in. chryzantem (*Chrysanthemum* ×*grandiflorum*  
(Ramat.) Kitam.), wilczomleczu pięknego, fuksji, hortensji ogrodowej, azalii don-  
iczkowych, odmian starca popielnika (*Pericalis* ×*hybrida*), odmian syningii ogrodowej  
(*Sinningia* ×*hybrida* hort.) itd.

**Paclobutrazol (PP333)** jest substancją czynną preparatu **Bonzi**, w którym wystę-  
puje w formie zawiesiny w dawce 4 g/dm<sup>3</sup>. Bonzi dotychczas był stosowany do hamowa-  
nia wzrostu przeszło 60 gatunków roślin ozdobnych. W formie opryskiwania używany  
jest w produkcji m.in. azalii, begonii, chryzantem w doniczkach, fuksji, hortensji ogro-  
dowej, pelargonii, wilczomleczu pięknego. Do podlewania może być wykorzystywany  
w uprawie, np. chryzantem w doniczkach, starca popielnika, fuksji, róży chińskiej, pelar-  
gonii, pierwiosnka ślimakowatego (*Primula malacoides* Franch.), tulipanów (*Tulipa* sp.)  
pędzonych w doniczkach itd.

**Flurprimidol** jest substancją preparatów użytkowych Cutless WP (500 g/kg)  
i **Topflor 015 SL** (15%). Stosowany może być do skarlania m.in. begonii, bugenwilli,  
chryzantem, koleusa, wilczomleczu pięknego, fuksji, kalanchoe, pelargonii, petunii, róży,  
tulipana itd. [Evers 1987, Nowak 1997 a].

W Polsce do uprawy roślin ozdobnych zarejestrowane są dwa preparaty, tj.  
**B-Nine 85 SP** (daminozyd) i **Topflor 015 SL**. Pierwszy preparat jest używany od daw-  
na, wcześniej miał nazwę handlową **Alar-85**. Jest u nas zarejestrowany do chryzantem  
uprawianych w doniczkach. Topflor 015 SL jest nowszym preparatem, przydatnym  
w uprawie chryzantem wielkokwiatowych, kalanchoe, lilii i goździków karłowych CMM  
[Pobudkiewicz 1996].

Efekt osłabienia wzrostu roślin na wysokość wywołuje również **stres mechanicz-  
ny**, polegający na potrząsaniu wierzchołków roślin za pomocą urządzeń mechanicznych  
lub ręcznie. Na przykład słonecznik odmiany ‘Pacino’ uprawiany w doniczkach w szklar-  
ni, skutek potrząsania wierzchołków pędów był niższy o 10% w porównaniu z roślinami  
kontrolnymi. Rośliny były bardziej krępe i kwitły bez opóźnienia. Jedynie koszyczki  
kwiatostanowe miały o 1 cm mniejszą średnicę.

Rośliny chryzantemy odmiany ‘Indianapolis White’ potrząsane nieprzerwanie  
(2 razy dziennie przez 30 sekund o godzinie 8<sup>00</sup> i 18<sup>00</sup>) przez cały okres wzrostu i rozwoju  
były niższe o 28,6%, a kwitnienie rozpoczęły z 7-dniowym opóźnieniem. Największą  
wrażliwość na osłabienie wzrostu chryzantemy wykazywały w fazie makroskopowego  
rozwoju pąka kwiatostanowego.

Rośliny lili odmiany 'Enchantment', pędzonej przy sztucznym świetle od listopada do lutego, pod wpływem potrząsania 2 razy dziennie po 10 sekund, przez cztery tygodnie rozwoju generatywnego – od pojawienia się pąków kwiatowych do zabarwienia się pierwszego pąka w kwiatostanie osiągnęły wysokość 50 cm, a nie potrząsane – 75 cm [Jerzy 2003].

#### 14.3.4. *Hamowanie bądź eliminowanie epinastii*

Epinastia jest to zjawisko polegające na wyginaniu się do dołu ogonków liściowych, liści gałązek bocznych i innych części roślin. Występuje u niektórych odmian wilczomleczu pięknego, zwłaszcza podczas transportu roślin i wywoływane jest przez etylen. Rośliny wyglądają jak zwieńczone, przez co obniża się ich wartość dekoracyjna. Występowanie epinastii można zmniejszyć, stosując inhibitory syntezy lub działania etylenu, np. **jony srebra lub AVG (aminoetoksywinyloglicyna)**. AVG w stężeniu 200 mg/dm<sup>3</sup> zastosowany 4 godziny przed pakowaniem wilczomleczu pięknego do transportu całkowicie hamuje syntezę etylenu i epinastię, bez uszkodzeń roślin. Związek ten nie jest jeszcze wykorzystywany w praktyce, gdyż jest bardzo drogi. Tańszy jest **tiosiarczan srebra**, w skrócie **STS**. Opryskiwanie wilczomleczu pięknego roztworem STS 18 godzin przed transportem zapobiega epinastii [Nowak 1997 a].

#### 14.3.5. *Pobudzanie zawiązywania i rozwoju kwiatów*

Do pobudzania kwitnienia roślin ozdobnych stosowane są stymulatory i inhibitory rozwoju. **Gibereliny** inicjują tworzenie się zawiązków u wielu roślin dnia długiego oraz u roślin wymagających do inicjacji kwitnienia przejścia okresu chłodu; oddziaływania dnia długiego i chłodu jednak całkowicie nie zastępują. GA<sub>3</sub> stosowany jest w Izraelu do pobudzania kwitnienia lyszcza wiechowatego, gipsówki (*Gypsophila paniculata* L.). Opryskiwanie GA<sub>3</sub> zatrwanu wrębnego (*Limonium sinuatum* Mill.) wywołuje jego kwitnienie przy dniu 12-godzinnym. GA<sub>3</sub> inicjuje kwitnienie także niektórych roślin dnia krótkiego, np. cynii wytwornej (*Zinnia elegans* Jacq.) i niecierpka balsaminy (*Impatiens balsamina* L.) oraz roślin obojętnych fotoperiodycznie z rodziny obrazkowatych (*Araceae*), np. aglaonemy (*Aglaonema commutatum* Schott), skrzydłokwiatu w odmianie 'Mauna Loa' (*Spathiphyllum* 'Mauna Loa') i diffenbachii pstrej [*Dieffenbachia seguine* (Jacq.) Schott; syn. *D. maculata* (Lodd) G.S. Buntig, *D. picta* Schott]. Pod wpływem GA<sub>3</sub> szybciej zakwitają cyklameny (*Cyclamen persicum* Mill.). Jednorazowe opryskiwanie 15 mg/dm<sup>3</sup> w dawce 8 ml na roślinę, 150 dni po wysiewie przyspiesza kwitnienie i zapewnia jednoczesny rozwój pąków kwiatowych, nie powodując nadmiernego wydłużenia szypułek kwiatowych. Przyspieszenie kwitnienia mogą wywoływać także retardanty, np. u azalii doniczkowej. CCC stosuje się w formie opryskiwania, w dawce 15–20 ml **Cycocelu** na 1 dm<sup>3</sup> wody po 5 tygodniach od ostatniego uszczykiwania.

Do inicjacji kwitnienia roślin z rodziny ananasowatych (*Bromeliaceae*) stosowany jest **Etrel**, zawierający 4% etefonu (Etrel dla ananasowatych). Preparat ten hamuje wzrost wegetatywny roślin. Na przykład do inicjacji kwitnienia echmey wstęgowatej (*Aechmea fasciata* Baker.) do lejka utworzonego z liści wlewa się preparat zawierający 1000 mg etefonu na 1 dm<sup>3</sup>. Kwitnienie następuje po 8–11 tygodniach od zabiegu. **Etefon** stymuluje także kwitnienie kosaćców cebulowych, np. żyłkowanego (*Iris reticulata* M.B.)

i holenderskiego (*I. ×hollandica* hort.). Rośliny opryskiwane są roztworem etefonu (2 g/dm<sup>3</sup>) na polu przed zbiorem cebul.

#### 14.3.6. Zapobieganie zamieraniu oraz zrzucaniu pąków i kwiatów

Przyczyną wymienionych zjawisk jest etylen, syntetyzowany przez rośliny. Opadanie pąków i kwiatów przynosi znaczne straty w produkcji roślin ozdobnych, zwłaszcza zimą, gdy występuje niedobór światła, a także podczas transportu roślin w ciemności. Zapobiegać można temu niekorzystnemu zjawisku poprzez opryskiwanie kwitnących roślin doniczkowych **tiosiarczanem srebra (STS)**, który hamuje syntezę etylenu. STS w stężeniu 0,1 do 1,0 mmol/dm<sup>3</sup> stosuje się 1–3 tygodni przed sprzedażą roślin. Preparat ten z dobrym skutkiem podnosi jakość m.in. begonii, pantofelnika, cyklamenów, wilczomlecza pięknego, fuksji, róży chińskiej, pelargonii, pierwiosnka, azalii indyjskiej, sępoli (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.), szlumbergery [*Schlumbergera truncata* (Haw.) Moran] i skrzętnika ogrodowego (*Streptocarpus ×hybridus* hort.).

#### 14.3.7. Opóźnianie starzenia się kwiatów

Trwałość kwiatów jest cechą genetyczną, ale zależy także od warunków zewnętrznych podczas uprawy i po zbiorze. Szczególnie narażone na więdnienie, a tym samym na starzenie są kwiaty cięte. Nawet krótkotrwałe pozbawienie kontaktu odciętego kwiatu z rośliną macierzystą powoduje wnikięcie do naczyń przewodzących powietrza, które utrudnia pobieranie wody, gdy zostanie ona ponownie dostarczona, np. w wazonie. Rozwijające się w wodzie bakterie i grzyby także zatykają naczynia i hamują lub uniemożliwiają jej przewodzenie. Dlatego wodę zaleca się zmieniać często, a przycinanie końców pędów kwiatowych należy wykonać bez wyjmowania ich z niej.

Pośród regulatorów roślinnych do przedłużania trwałości kwiatów ciętych często stosowane są **estry 8-hydroksychinolinoliny: siarczan (8-HQS) i cytrynian (8-HQC)**, używane w stężeniach 200–600 mg/dm<sup>3</sup>. Mają one działanie bakteriobójcze. Występują w formie żółtego proszku o ostrym, gryzącym zapachu. Oba estry wchodziły w skład preparatów przeznaczonych do traktowania kwiatów ciętych. 8-HQS był składnikiem Proflovitu-72, pierwszej polskiej odżywki, służącej do przedłużania trwałości kwiatów ciętych, która już nie jest produkowana.

Odporność roślin i kwiatów ciętych na utratę wody zwiększają także retardanty wzrostu, np. **CCC** i **Alar 85**, dodawane także do niektórych pożywek. CCC opóźnia starzenie się kwiatów wyżłinu większego (*Antirrhinum majus* L.), goździka (*Dianthus* sp.), róży, tulipana, groszku pachnącego (*Lathyrus odoratus* L.), lewkonii letniej (*Matthiola incana* (L.) R.Br.) i gerbery. **Giberelina (GA<sub>3</sub>)** przedłuża trwałość kwiatów róży i tulipana.

#### 14.3.8. Przerwywanie spoczynku roślin

Do przerywania spoczynku bezwzględno roślin, a także nasion najczęściej stosowane są gibereliny GA<sub>3</sub> lub GA<sub>4+7</sub>. Przerwywanie spoczynku azalii doniczkowej za pomocą gibereliny umożliwia całoroczną uprawę tej rośliny w szklarni. Giberelinę stosuje się pięciokrotnie w stężeniu 1000 mg/dm<sup>3</sup> lub trzykrotnie w stężeniu 2000–

3000 mg/dm<sup>3</sup>, w zależności od odmiany. Opryskiwanie roślin wykonuje się wtedy, gdy szyjka słupka w kwiatach jest już dobrze wyrosnięta, a przerywa, gdy pąki kwiatowe zaczynają się zabarwiać. Przerywanie spoczynku konwalii majowej polega na moczeniu pąków (nie korzeni!) w roztworze gibereliny o stężeniu 0,05–0,1%, w ciągu 12–24 godzin. W Holandii stosowanie etylenu do preparowania cebul tulipanów przyspiesza wykształcanie się słupka (stadium „G”) o 13 dni.

### 14.3.9. Stymulowanie kiełkowania nasion

Najczęściej do przerywania spoczynku i przyspieszania kiełkowania nasion roślin ozdobnych używane są gibereliny. GA<sub>3</sub> w stężeniu 400–800 mg/dm<sup>3</sup> stymuluje kiełkowanie nasion m.in. wyżłinu większego, begonii, pantofelnika mieszańcowego, dzwonka (*Campanula* sp.), naparstnicy (*Digitalis* sp.), syningii ogrodowej, żurawki drzączkowatej (*Heuchera* × *brizoides* hort. ex Lemoine), kalanchoe, stroiczki (*Lobelia* sp.), kroplika tygrysięgo (*Mimulus* × *hybridus* hort. ex Sieber et Voss), nemezi powabnej (*Nemesia strumosa* Benth.), petunii (*Petunia* sp.), tujalki zatokowej (*Salpiglossis sinuata* Ruiz et Pav.), rozchodnika (*Sedum* sp.), toreni Fourniera (*Torenia fournieri* Lind ex E. Fourn.), dziewanny (*Verbascum* sp.) i przetacznika (*Veronica* sp.).

### 14.3.10. Stosowanie w kulturach *in vitro*

Rozmnażanie roślin ozdobnych w kulturach *in vitro* praktykowane jest obecnie na dużą skalę. Niektóre rośliny, np. gerberę, do produkcji towarowej rozmnaża się wyłącznie w ten sposób. Największymi zaletami (oprócz licznych innych) takiego rozmnażania jest możliwość otrzymania roślin wolnych od patogenów, czyli całkowicie zdrowych i bardzo duży współczynnik rozmnażania, tj. uzyskiwania ogromnej ilości nowych osobników z niewielkich fragmentów tzw. eksplantatów pobieranych z okazów matecznych. Regulatory wzrostu należą do podstawowych czynników, dzięki którym metoda ta może być realizowana. Stosowanie poszczególnych regulatorów i ich stężenie są ściśle uzależnione od taksonu rośliny, rodzaju eksplantatu oraz stanu rozwojowego kultury. Auksyny stymulują podział komórek eksplantatów prowadzący do tworzenia tkanki kalusowej. Indukują powstawanie korzeni przybyszowych na pędach, gdy znajdują się w stężeniu optymalnym. Zbyt duże stężenie auksyn może hamować wyrastanie zainicjowanych korzeni. Auksyna dodana do pożywki stymuluje biosyntezę etylenu w tkankach, który jest jedną z przyczyn starzenia się kultur.

**Cytokininy** pobudzają podział komórek. Stymulują wyrastanie pędów bocznych, hamują tworzenie korzeni, zmniejszają długość pędów i opóźniają starzenie się kultur. Szczególne znaczenie mają w namnażaniu pędów z pąków pachwinowych (kątowych). Jest to związane z uwalnianiem pąków bocznych od dominującego wpływu wierzchołka pędu.

**Gibereliny** pobudzają wydłużanie międzywęzli pędów. Najczęściej stosowany jest kwas giberelinowy (GA<sub>3</sub>), najpierw do pożywki inicjalnej, w celu przyspieszenia wzrostu merystemów, a potem do pożywek stymulujących wydłużanie pędów bocznych. Giberelina u większości roślin hamuje ukorzenianie pędów.

**Kwas abscysynowy (ABA)** jest inhibitorem wzrostu, dlatego w kulturach *in vitro* używany bywa tylko w szczególnych przypadkach, dla niektórych gatunków roślin. Stwierdzono np. korzystny wpływ ABA na dojrzewanie bulw mieczyka (*Gladiolus* sp.)

mnożonych w płynnej pożywce oraz minibulw pnącza pochryznu oskrzydłonego (*Dioscorea alata* L.).

**Etylen** w kulturach *in vitro* jest ogólnie uważany za czynnik hamujący podziały komórek i morfogenezę oraz wprowadzający komórki w stan spoczynku.

**Retardanty** na ogół hamują syntezę naturalnych (endogennych) giberelin, dlatego znalazły zastosowanie w przypadkach, gdy nadmiar geberelin przeszkadza np. w stymulacji ukorzenia. Ancymidol i paklobutrazol zastosowano do masowej produkcji bulw mieczyka w bioreaktorze. W bioreaktorze o pojemności 1 litra można wyprodukować kilkadziesiąt tysięcy bulw w ciągu miesiąca.

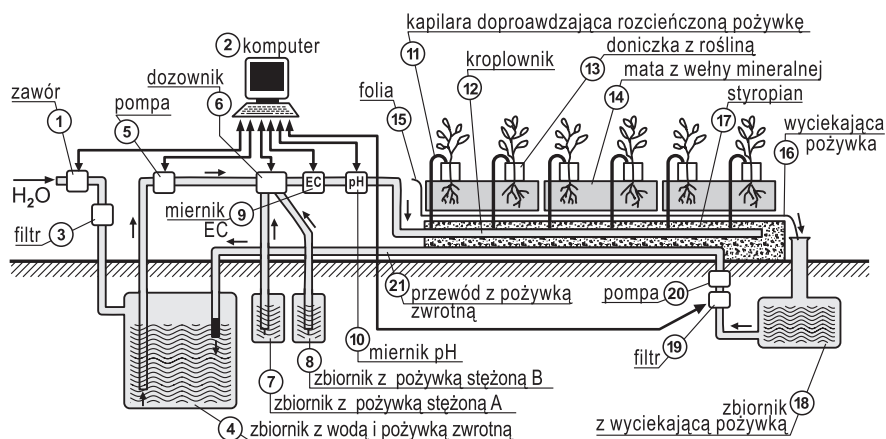
**Związki fenolowe** regulują utlenianie IAA i tworzenie przezeń kompleksów, wpływając w ten sposób na zawartość czynnej auksyny oraz wykazują inne działanie regulacyjne.

**Poliaminy** uważane są za substancje o działaniu regulacyjnym, prawdopodobnie z powodu hamowania przez nie syntezy etylenu [Orlikowska 1997]. Obecnie wiadomo, że występują one powszechnie w roślinach. Uczestniczą w reakcjach na abiotyczne i biotyczne czynniki stresowe, np. łagodzą skutki deficytu wody, mają także udział w programowanej śmierci komórki. Mechanizm ich działania jest złożony. Postuluje się, iż poliaminy wpływają na aktywność enzymów antyoksydacyjnych, które mogą modyfikować poziom reaktywnych form tlenu, w tym molekuly sygnałowej – nadtlenu wodoru. Podczas niedoboru wody gromadzą się szkodliwe reaktywne formy tlenu. Następstwem tego jest wystąpienie w roślinie tzw. stresu oksydacyjnego. Poliaminy, łagodząc skutki deficytu wody, obniżają poziom tego stresu [Kubiś 2009].



Systemy zamknięte uprawy roślin polegają na nieodprowadzaniu nie wykorzystanej pożywki do gruntu. Są one stosowane w uprawie roślin na podłożach inertnych. Praktykowane są np: układ fertygacyjny bez recykulacji pożywki i z jej recykulacją.

## 15.1. Układ fertygacyjny bez recykulacji pożywki (ryc. 26)



Ryc. 26. Schemat układu recykulacyjnego [Komosa 1997]

Woda, po przejściu przez zawór (1), następnie filtr (3), dopływa do zbiornika (4), skąd tłoczona jest pompą (5) do dozowników – co najmniej dwóch, które pobierają skoncentrowane pożywki (7 i 8), rozcieńczając je najczęściej 100–150-krotnie. Rozcieńczanie pożywek i utrzymywanie właściwego odczynu sterowane jest pomiarem przewodności elektrycznej (EC) oraz pH (9 i 10). Pożywka o optymalnym pH i stężeniu wszystkich makro- i mikroelementów, systemem rur, kapilar (11) i kroplowników (12) doprowadzana jest do roślin (13) uprawianych w podłożach inertnych. Są one ułożone na folii (15), podścielonej styropianem (16) stanowiącym izolację termiczną. Nadmiar pożywki (17), wyciekającej z podłoża w ilości 20–30%, gromadzony jest w zbiorniku (18). Pożywka ze zbiornika powinna być wykorzystana do nawożenia innych roślin. Jest ona zasobniejsza w składniki, niż była na początku wprowadzenia do uprawy. Zawiera szczególnie dużo azotu.

## 15.2. Fertygacyjny układ recyrkulacyjny

Ma miejsce wtedy, gdy pożywka już raz wykorzystana i zgromadzona w zbiorniku (18) zostanie ponownie wprowadzona do obiegu (zbiornik 4). Przechodzi ona najpierw przez filtr (19), a potem pompowana jest (20) do przewodu zwrotnego (21), którym przedostaje się do zbiornika 4.

Powtórne wykorzystanie pożywki związane jest jednak z dwoma zasadniczymi problemami. Pierwszy, to nadmierny wzrost zawartości składników w wodach drenarskich w stosunku do pożywki dostarczanej roślinom. Wynika on z przewagi procesu transpiracji wody przez rośliny nad szybkością pobierania składników pokarmowych. EC pożywki ze środowiska korzeniowego (mata) jest wyższe o 0,5–2,0 mS/cm<sup>-1</sup> niż pożywki wyciekającej z kroploownika. Przy prawidłowym wypływie nadmiaru pożywki (20–30%) wzrost stężenia w macie, a tym samym w wodach drenarskich jest mały (różnica EC 0,5–1,0 mS/cm<sup>-1</sup>). Przy wypływie mniej niż 20% wzrost stężenia pożywki może być bardzo duży (różnica 1,0–2,0 mS/cm). Na przykład w uprawie dwóch odmian gerbery – ‘Leda’ i ‘Roulette’ w wodach drenarskich najbardziej wzrastała zawartość miedzi – średnio o 358, sodu o 170, magnezu o 70, żelaza o 64, fosforu o 51, cynku o 44, azotu azotanowego o 38, wapnia o 34, potasu o 29, siarki siarczanowej o 15 i boru o 9%. W przypadku manganu i chlorków w matach było ich mniej niż na kroploownikach. W odniesieniu do chlorków jest to bardzo korzystne, gdyż wiele wód używanych do fertygacji ma ich nadmierną zawartość. Wzrost stężenia składników w matach i wodach drenarskich zależy od odmiany, rodzaju podłoża, fazy fizjologicznej i pory roku. Odmiany, które tworzą dużą masę nadziemną, silniej „zateżają” pożywkę niż słabiej rosnące. Wzrost stężenia składników w wełnie mineralnej jest wyższy niż w piance poliuretanowej. Największy wzrost stężeń występuje latem, gdyż panuje wtedy w szklarniach i tunelach wysoka temperatura. W tym okresie należy obniżyć zawartość składników w pożywce dostarczanej roślinom i utrzymać właściwy odpływ nadmiaru pożywki z mat. Właśnie, różny wzrost stężenia składników pokarmowych i balastowych w matach oraz wodach drenarskich stanowi zasadniczą trudność w funkcjonowaniu systemów recyrkulacyjnych. Została ona jednak przewyżczona. W przytoczonych wcześniej danych zaznaczono, że np. zawartość miedzi w wodach drenarskich wzrosła o 358%, czyli 4,58-krotnie, dlatego wody drenarskie powinny być 4,58 razy rozcieńczone, aby nie nastąpiło przekroczenie optymalnej zawartości miedzi w pożywce wprowadzonej do recyrkulacji. Zatem udział wód drenarskich w systemie cyrkulacyjnym może wynosić tylko 21,8% (100%: 4,58 = 21,8%). Oznacza to, że w celu przygotowania 1000 ml pożywki roboczej dostarczanej roślinom w systemie recyrkulacyjnym, 218 ml mogą stanowić wody drenarskie, a reszta, tj. 782 ml, powinna być uzupełniona wodą pozbawioną miedzi. Ten roztwór należy następnie wzbogacić o pozostałe, brakujące makro- i mikroskładniki oraz uregulować odczyn przez odpowiednią kompozycję skoncentrowanych roztworów nawozowych w zbiornikach. W systemie recyrkulacyjnym uzyskuje się największą oszczędność wody i nawozów [Komosa 1997].

Z rozważań tych wynika, iż o efektywności upraw w systemach zamkniętych decyduje w największym stopniu jakość wody, służącej do sporządzania pożywek. Według Röbera [1989] powinna ona charakteryzować się następującymi właściwościami:

twardość węglanowa	< 5°dH*,
pH	5,0 do 6,0,
przewodność elektryczna (18°C) = EC	< 720 mS/cm <sup>-1**</sup> ,
zawartość soli (jako KCl)	< 450 mg/dm <sup>3</sup> ,
sód (Na)	< 30 mg/dm <sup>3</sup> ,
siarczany (SO <sub>4</sub> )	< 80 mg/dm <sup>3</sup> ,
azotany (NO <sub>3</sub> )	< 50 mg/dm <sup>3</sup> ,
chlorki (Cl)	< 35 mg/dm <sup>3</sup> ,
wolny chlor (Cl <sub>2</sub> )	0,5 mg/dm <sup>3</sup> ,
wartość graniczna dla zachowania smaku	0,5 mg/dm <sup>3</sup> ,
wartość graniczna dla wody pitnej	0,3 mg/dm <sup>3</sup> ,
dopuszczalna przejściowo dla wody pitnej	0,6 mg/dm <sup>3</sup> ,
bor (B)	< 0,5 mg/dm <sup>3</sup> ,
żelazo (Fe)	< 1 mg/dm <sup>3</sup> ,
cynk (Zn)	< 0,5 mg/dm <sup>3</sup> ,
fluor (F; wskazana dla wody pitnej)	< 1,5 mg/dm <sup>3</sup> ,
tlen (O <sub>2</sub> )	> 7 mg/dm <sup>3</sup> ,
temperatura	15 do 20°C.

\* Stopnie twardości określa się obecnie w mg/dm<sup>3</sup>: 1°dH = 10 mg CaO/dm<sup>3</sup> = 0,179 mg CaO/dm<sup>3</sup> = 0,357 pojemności kwasowej/dm<sup>3</sup>.

\*\* Przewodność elektryczna wody używanej do uprawy metodą cienkowarstwowych kultur przepływowych (NFT), w aeroponie i na wleńie mineralnej powinna wynosić poniżej 250 mS/cm<sup>-1</sup> (milisimensów).

### 15.3. Dezynfekcja pożywki w układach recyrkulacyjnych

Uprawa roślin w zamkniętych obiegach pożywki jest oszczędna i proekologiczna, ale sprzyja rozprzestrzenianiu się chorób. Pożywka jest jednak doskonałym środowiskiem do rozmnażania się, a następnie rozprzestrzeniania zarodników pasożytniczych grzybów z rodzajów *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Cylindrocadium* – powodujących zgnilizny korzeni lub podstawy pędu. Znajdować się w niej mogą także grzyby należące do innych rodzajów i bakterie. Jeżeli na „drodze” pożywki pojawi się chociaż pojedyncza, chora roślina, to w krótkim czasie zakażone zostaną pozostałe. Dlatego konieczne jest zapobieganie takim stanom. Rośliny przeznaczone do uprawy w zamkniętych obiegach pożywki muszą być najwyższej jakości i wolne od chorób. Najlepiej, jeśli pochodzą z rozmnożenia *in vitro* lub z nasion całkowicie zdrowych. Pomieszczenia, urządzenia, sprzęty, podłoża i wszystko, co bierze udział w produkcji powinno być odkażone. Również higiena pracowników musi być zachowana na wysokim poziomie, o czym pisano już wcześniej (patrz s. 150).

Po zakończeniu cyklu produkcyjnego, a przed rozpoczęciem następnego konieczna jest dezynfekcja wszystkiego, co służyło do tej produkcji i dalej będzie wykorzystywane (konstrukcje, stoły zalewowe, rynny, rury, miejsca pod stołami, stojakami, przejścia, drzwi itp.). Pożywka przed każdym kolejnym użyciem powinna być oczyszczona z ewentualnych resztek roślinnych oraz podłoża, a następnie zdezynfekowana. Znane są różne metody dezynfekcji pożywki.

**Filtry piaskowe.** Używane są powszechnie do uzdatniania wody pitnej. Uwalniają one pożywkę od związków organicznych i patogenów roślin. Filtr ma wysokość około 250 cm, a jego średnica jest uzależniona od oczekiwanej wydajności. W filtrze wyróżnia się trzy główne warstwy: najniżej położoną stanowi żwir, pośrednią – piasek, górną – woda. Żwir składa się z trzech frakcji. Najniżej znajduje się ta najgrubsza, o średnicy ziaren 16–32 mm, następnie pośrednia – o średnicy 8–16 mm, a najwyżej najdrobniejsza – 2–8-milimetrowa. Każda warstwa żwiru ma grubość 15 cm. Warstwa piasku (ziarna o średnicy mniejszej niż 2 mm) ma grubość 100–120 cm, a wody – 80–100 cm. Zdezynfekowana pożywka jest odprowadzana do szklarni za pomocą rur znajdujących się w najniższej warstwie żwiru. Badania wykonane w Belgii wykazały, że przefiltrowana pożywka jest całkowicie uwalniana od zarodników grzybów i organizmów grzybobodobnych przy szybkości jej przepływu 300 l/godz./m<sup>2</sup> (gdy przypuszcza się, iż ciecz jest bardzo skażona, trzeba zmniejszyć tę prędkość). Filtry piaskowe nie eliminują całkowicie z pożywki wirusów i nicieni. Temperatura pożywki nie powinna być niższa niż 10°C. Do prawidłowego funkcjonowania filtrów piaskowych konieczne jest zapewnienie temperatury otoczenia powyżej 15°C. Dlatego u nas powinny być one instalowane wewnątrz szklarni lub budynku, co wiąże się ze stratą powierzchni użytkowej. Koszt dezynfekcji 1 m<sup>3</sup> pożywki tą metodą w Belgii wynosi około 2 dolarów. Może zatem znaleźć zastosowanie w naszych gospodarstwach ogrodniczych.

**Promieniowanie UV** (ultrafioletowe) według dotychczas wykonanych badań jest najskuteczniejsze w sterylizacji pożywek. Źródłem promieni UV są specjalne rtęciowo-fluorescencyjne lampy – rury z osłoną kwarcową. Ciecz przepływa przez komorę naświetlania takiego sterylizatora. Promienie UV o długości fali 254 nm emitowane są z niskociśnieniowego promiennika umieszczonego wewnątrz komory (w około 10% odbijane lub absorbowane przez ciecz). Działają m.in. na kwas DNA organizmów znajdujących się w roztworze i powodują zahamowanie podziałów ich komórek. Przy dawce promieniowania 100 mJ/cm<sup>2</sup> pożywka jest całkowicie uwalniana do chorobotwórczych grzybów, bakterii i wirusów oraz od nicieni. W Belgii koszt dezynfekcji pożywki tą metodą kosztuje 4–6 dolarów. Koszt promienników UV i eksploatacja są drogie, ale działanie ich jest bardzo skuteczne.

**Termiczna dezynfekcja** polega na podgrzewaniu pożywki do 95–97°C w ciągu 30 sekund. Odbywa się to w specjalnych piecach. Odczyn pożywki przed odkażaniem tą metodą trzeba obniżyć do bardzo kwaśnego (pH = 4,0). Jest to metoda skuteczna w uwalnianiu pożywki od wszystkich czynników chorobotwórczych i nicieni. Wadą są natomiast stosunkowo wysokie koszty budowy instalacji i eksploatacji.

**Chemiczna dezynfekcja** ze względu na szkodliwy wpływ na środowisko metoda ta jest stosowana sporadycznie w niektórych gospodarstwach ogrodniczych. Polega na dodaniu do pożywki fungicydów zalecanych do zwalczania patogenów, które wywołują zgnilizny korzeni i podstawy pędów, np. Previcur 607 SL i Sarfun 500 SC w dawce 1 litr każdego z tych środków na 5–10 m<sup>3</sup> pożywki, w zależności od stopnia zagrożenia chorobą. Na rynku nie ma obecnie jednak środków zarejestrowanych konkretnie do tego celu. Zaletą chemicznej dezynfekcji jest łatwość jej przeprowadzenia, duża skuteczność oraz możliwość odkażenia cieczy w całym obiegu.

Niezależnie od metody dezynfekowania, niezbędna jest okresowa kontrola pożywki wprowadzonej do obiegu, czy nie zawiera patogenów. Oceny takiej można dokonać w specjalistycznych laboratoriach za pomocą roślin pułapkowych lub pożywek selektywnych [Wojdyła 2004].

Przemysłowa produkcja roślin doniczkowych i rabatowych w wielu krajach polega na pełnej mechanizacji i automatyzacji. Stosowane bywają rozmaite technologie. Jedną z nich, możliwą do wykorzystania w Polsce, jest kompleksowa technologia norweskiej firmy VEFI, określona jako VEFISYSTEM. Wykorzystywać w niej można 20 rodzajów tac wielokomórkowych, jednokrotnego i wielorazowego użytku. W tacach jednorazowego użytku produkowana jest rozsada przeznaczona do sprzedaży. Tace wielokomórkowe dają możliwość produkcji roślin z siewu nasion i sadzonek pędowych. Używane są także różne typy doniczek (pojemników), np. pojedyncze i zespolone oraz tace transportowe dostosowane do poszczególnych typów doniczek.

W technologii tej używa się małej ilości podłoża. Odpowiednim jest torf dobrze rozłożony (bez części włóknistych, gdyż mogą one powodować nieprawidłowe napełnianie komórek, przede wszystkim małych). Po napełnieniu tacy należy usunąć nadmiar torfu. Torf powinien być wilgotny, lecz nie należy go wciskać w komórki podczas ich napełniania. Czasami torf miesza się z nawozami. Takim gotowym podłożem przydatnym do produkcji wielu roślin jest np. FLORALUX.

Nasiona mogą być wysiewane ręcznym siewnikiem pneumatycznym lub za pomocą automatycznej linii, która napełnia tace, wysiewa nasiona, przykrywa je cienką warstwą perlitu i nawadnia. Siewniki te mogą wysiewać punktowo nasiona kuliste i otoczkowane. Nawet bardzo drobne nasiona begonii i petunii, jeśli będą w otocze, można wysiać pojedynczo do każdego otworu tacy wielokomórkowej. Przykrycie nasion białym perlitem powoduje odbicie światła, co sprzyja powstawaniu korzystniejszych warunków kiełkowania i dalszego wzrostu roślin. Tace po wysiewie nasion można przykrywać cienką włókniną. Kiełkowanie nasion odbywające się w komorach kiełkownicowych jest ściśle kontrolowane. Gdy na powierzchni podłoża w komórkach tac pojawiają się pierwsze wschody, przenosi się je do szklarni lub tunelu i ustawia na specjalnych stelażach. Czasami tace ustawia się na matach podsiąkowych lub na folii. Nawadnianie przeprowadza się za pomocą dysz drobnokroplistych. Podczas słonecznej pogody rośliny powinny być nawadniane nawet dwa razy dziennie. Na początku stosuje się samą wodę, a później dodaje się do niej nawozów w pełni rozpuszczalnych. Nawadnianie trwa tak długo, aż przez otwory drenażowe zaczyna kapać woda. Następuje to dość szybko. Rośliny nie mogą być jednak przenawożone. Oszczędne nawożenie sprzyja wytworzeniu silnego systemu korzeniowego.

Przesadzenie roślin z tac wielokomórkowych do doniczek jest także częściowo zmechanizowane, zwłaszcza w zakresie napełniania doniczek podłożem. Rośliny wyprodukowane tym systemem mają jednakowy wygląd i znajdują się w tej samej fazie rozwoju, co podnosi ich walory handlowe [Viscardi 1995].

Produkcja roślin ozdobnych w Polsce pod osłonami, zwłaszcza zimą, wczesną wiosną i jesienią związana jest z dużym zapotrzebowaniem na energię cieplną. Na przykład w porównaniu z Holandią jest ono większe o około 70%. Koszty nośników energii, węgla, koksu, oleju opałowego i gazu są u nas coraz większe, co znajduje odzwierciedlenie w liczbie kwiatów, jaką trzeba sprzedać, aby kupić np. 1 tonę węgla (tab. 53). Decydują one w największym stopniu o wyborze rodzaju produkcji i jej opłacalności. Oszczędność energii można uzyskać dzięki właściwemu i racjonalnemu wykorzystaniu czynników technicznych, kalkulacji opłacalności oraz doborowi roślin o mniejszych wymaganiach cieplnych i technologii produkcji.

Tabela 53  
Cena 1 tony węgla i liczba kwiatów pokrywająca jej koszt [Kubiak i in. 1992]

Rok	Węgiel w tys. zł/t	Goździk	Gerbera	Róża
1982	1,3	49,7	27,4	23,9
1983	1,3	37,6	20,1	20,3
1984	1,3	41,3	18,7	18,5
1985	1,8	46,3	21,3	20,6
1986	2,4	57,0	26,9	24,4
1987	3,6	77,4	35,1	33,1
1988	6,1	80,2	36,4	34,8
1989	25,9	90,4	58,7	97,8
1990	300,0	234,4	132,7	129,3
1991	780,0	357,8	234,9	190,7

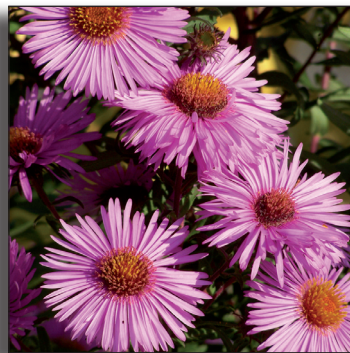
### *17.1. Czynniki techniczne pozwalające oszczędzać energię*

Do czynników tych można zaliczyć wybór typu szklarni lub tunelu foliowego dopasowanych do planowanej produkcji. Pewne znaczenie ma także odpowiednie usytuowanie tych obiektów względem stron świata (chodzi o wykorzystanie naturalnej energii promieniowania słonecznego). Materiały użyte do budowy szklarni, solidność jej wykonania i wyposażenie powinny zabezpieczyć przed stratami ciepła i zapewnić optymalne warunki roślinom. Szklarnia powinna być szczelna. Elementy konstrukcji i wyposażenia nie mogą zmniejszać dostępu światła do wnętrza. Rury grzewcze lub inne przekazy

energii należy umieszczać tam, gdzie ciepło jest najbardziej potrzebne, czyli w sąsiedztwie roślin. Niepotrzebne jest ogrzewanie górnej części szklarni i połaci dachowych, gdyż ciepłe powietrze samoistnie unosi się do góry. Kurtyny energooszczędne zakładane wewnątrz szklarni zapobiegają stratom ciepła, a w miarę potrzeby wykorzystywane są jako cieniówki. Pomalowanie elementów konstrukcji wewnętrznej i urządzeń wyposażenia (tych, które można) białą farbą olejną sprzyja wykorzystaniu światła słonecznego. Nowoczesne szklarnie wyposażone są w urządzenia automatycznie regulujące klimat, dopasowując go do wymagań określonego gatunku, a nawet odmiany rośliny.

**Energię cieplną należy oszczędzać**, poczynając od samego źródła, czyli **od kotłowni**, niezależnie od jej typu. Urządzenia grzewcze – piece powinny się charakteryzować jak najwyższą sprawnością i wydajnością cieplną. Wymagania takie coraz lepiej spełniają nowoczesne piece do ogrzewania olejowego i gazowego. Przewody doprowadzające ciepło od pieca do szklarni muszą być szczelne. Rozwój ogrzewania za pomocą gazu ziemnego jest korzystny także ze względów ekologicznych, gdyż nie następuje zanieczyszczanie powietrza spalinami. Wymienione i inne czynniki techniczne rozpatruje szczegółowo inżynieria ogrodnicza.

**Kalkulowanie opłacalności produkcji** w okresie największego zapotrzebowania na energię, czyli zimą, powinno udzielić odpowiedzi, czy realizować wtedy produkcję, czy może ją zawiesić, a rozpocząć dopiero wiosną, gdy jest więcej ciepła naturalnego. Może produkować tylko rośliny najmniej wymagające ciepła? Śledzić należy także pilnie rynek zbytu, czyli reakcję kupujących, których pragnie się pozyskać dla produkowanych roślin. Nowy, atrakcyjny sposób oferowania roślin oraz promocja i reklama mogą przyczynić się do zwiększenia popytu.



## 17.2. *Rośliny energooszczędne i doskonalenie technologii produkcji*

Wymagania cieplne roślin ozdobnych zależą m.in. od ich pochodzenia, gatunku, odmiany, fazy rozwojowej i technologii produkcji. Im rośliny są młodsze, tym ich zapotrzebowanie na ciepło jest większe. Wzrasta także po pikowaniu i przesadzaniu. Dla każdej fazy rozwojowej charakterystyczna jest temperatura optymalna, a odchylenia *in plus* lub *in minus* mogą być szkodliwe. Ważne jest ponadto uwzględnienie różnic między temperaturą powietrza i podłoża oraz właściwa ich korelacja z innymi czynnikami ekologicznymi. Zakres optimum temperatury zmienia się zasadniczo ze zmniejszeniem intensywności światła. Dlatego większość roślin ozdobnych reaguje korzystnie na obniżenie temperatury w nocy (patrz rozdz. 6). Na ogół obniżenie temperatury nocą wynosi od 2 do 4°C w stosunku do optymalnych temperatur dnia (tab. 12–15). Wśród chryzantem i wilczomleczu pięknego (poinsecja) są już odmiany znoszące jeszcze większe obniżenie temperatury bez przedłużania uprawy [Hentig 1982, 1983].

W swoim czasie prof. W.-U. von Hentig [1982, 1983] przedstawił energooszczędne metody uprawy w głównym okresie grzewczym (od października do marca/kwietnia) dla 10 podstawowych gatunków roślin ozdobnych w Niemczech. Z zestawienia tego wybrano 4 gatunki.

**Begonia zimowa** (*Begonia ×elator* – odmiany firmy Rieger): uprawa tradycyjna (4–7 miesięcy) – rośliny mateczne, z których pobiera się sadzonki wierzchołkowe i liściowe od października przetrzymywać w temperaturze 20°C; w listopadzie–styczniu 18–17°C; w lutym–marcu 18–19°C; w głównej fazie wzrostu zapewnić 18–20°C, od początku kwitnienia obniżyć do 16–18°C. Zagęszczenie 16–30 roślin/m<sup>2</sup>.

Uprawa krótkoterminowa (3–4 miesiące) – korzystać głównie z sadzonek wierzchołkowych umieszczanych od razu do małej doniczki, w której rośliny pozostaną do sprzedaży, uprawiać w temperaturze 20–22°C i odpowiednio doświetlać. Od rozpoczęcia kwitnienia obniżyć temperaturę do 18°C. Zagęszczenie 30–45 roślin/m<sup>2</sup>.

**Cyklamen perski** (*Cyclamen persicum*): po przejściu fazy młodocianej wzrost i tworzenie się kwiatów powinno przebiegać przy temperaturze dnia 16–18°C, a nocy 12°C. Rozwijanie się kwiatów jest przyspieszone przy 15°C. Starsze rośliny (również z przeznaczeniem na kwiat cięty) należy uprawiać przy temperaturze 12–15°C. Przez odpowiedni dobór odmian i terminów wysiewu (styczeń–marzec) można skrócić okres uprawy. Zalecane są odmiany heterozyjne F<sub>1</sub>, które również przy uprawie na kwiat cięty dają większy plon.

**Wilczomlec piękny** (*Euphorbia pulcherrima*): odmianom o niższych wymaganiach termicznych w fazie wzrostu zapewnić temperaturę 20°C, do tworzenia kwiatów 18–20°C, a po wybarwieniu przykwiatków 16–17°C. Uprawiać odmiany o możliwie krótkiej reakcji fotoperiodycznej, najlepiej 8–9-tygodniowe.

**Gerbera Jamesona** (*Gerbera jamesonii*): w głównym okresie grzewczym dla roślin sadzonych w lipcu, należy zapewnić temperaturę powietrza w dzień 12–16°C, a w nocy 10–12°C oraz stałą temperaturę podłoża minimum 18°C. Można przerwać produkcję zimą, a rośliny przetrzymać w temperaturze 8–10°C w stanie spoczynku.

Możliwość obniżenia kosztów opału stwarzają także **uprawy krótkoterminowe**, które dostarczają na rynek poszukiwane, małe i odpowiednio tańsze rośliny. Na przykład kwitnące rośliny azalii doniczkowych otrzymane z uprawy krótkoterminowej (10–12 miesięcy) niekoniecznie muszą być znacznie mniejsze niż okazy z upraw tradycyjnych. Sadzenie dla krótkiego cyklu uprawy trzech roślin azalii do doniczki może zapewnić produkt średniej wielkości. Letnia uprawa chryzantem i goździków, trwająca 6–7 miesięcy zapewnia ich kwitnienie we wrześniu–październiku. Uprawa odmian o małych wymiarach przestrzennych, np. złocieni gałązkowych oraz sępolii i kalanchoe w małych doniczkach sprzyja zagęszczeniu roślin na jednostce powierzchni. Przytoczone przykłady to również forma oszczędzania energii. Wymagania cieplne ważniejszych roślin ozdobnych zimą wyszczególniono w tabelach 12–15.

**Niektóre rośliny jednoroczne o małych wymaganiach cieplnych** można wysiewać w szklarni i oferować w kwietniu–maju jako małe, zakwitające okazy doniczkowe. Po pierwszym kwitnieniu w mieszkaniu można je przenieść do ogrodu, na taras lub balkon, gdzie będą kwitły latem. Roślinami takimi mogą być np.: jastruń bagienny [*Hymenostemma paludosum* (Poir.) Pomel; syn. *Leucanthemum paludosum* (Poir.) Bonnet et Barrate], heterozyjne mieszańce goździka ogrodowego i gazanii, dalie karłowe, kroplik złoty (*Mimulus luteus* L.), nemezja powabna (*Nemesia strumosa* Benth.), aksamitka wyniosła (*Tagetes erecta* L.) – odmiany z grupy Cupido wysiane w połowie lutego zakwitają po około 6–7 tygodniach w małych doniczkach.

Pośród roślin doniczkowych o ozdobnych liściach do najbardziej energooszczędnych należą np.: araukaria różnolistna (*Araucaria heterophylla*), facja japońska (*Fatsia*



*japonica* Decne. et Planch.), zielonolistne odmiany bluszczu pospolitego, draceny: smocza (*Dracaena draco* L.) i wonna [*D. fragrans* (L.) Ker-Gawl.], trzmielina japońska (*Euonymus japonicus* Thunb.), aukuba japońska (*Aucuba japonica* Thunb.), kuflik cytrynowaty (*Callistemon citrinus* Stapf), oleander pospolity (*Nerium oleander* L.) oraz mniej znany omżyn różnolistny (syn. nikodemia różnolistna) – *Buddleja indica* Lam. (syn. *Nicodemia diversifolia* Ten.).

**Oszczędność energii można także uzyskać podczas produkcji roślin o okresowo zmniejszonych wymaganiach cieplnych** (tab. 54). Aby efekt oszczędności ciepła w szklarni był pełny, należy przestrzegać właściwego terminu rozmnażania, gdyż rośliny przed obniżeniem temperatury muszą osiągnąć odpowiednią fazę rozwojową.

**Niektóre rośliny można zimą okresowo wprowadzić w stan spoczynku.** Spoczynek może być wymuszony niską temperaturą, np. hortensji ogrodowej i róż w doniczkach, czyli roślin zrzucających liście oraz świadomie stosowany do przerywania produkcji, która ze względu na duże wymagania cieplne roślin przestaje być opłacalna przy możliwości stosunkowo taniego importu, np. z Kolumbii (gerbera, róża). W stan spoczynku zimą można także wprowadzić: *Bougainvillea glabra* (XI–II: 6–10°C), *B. spectabilis* (XI–II: 10–15°C), *Camelia japonica* (XI–II: 5–10°C), *Clerodendrum thomsoniae* (XI–I: 10–12°C), *Fuchsia* – mieszańce (XI–II: 5–10°C), *Passiflora* – gatunki (XI–II: 10°C dla roślin ulistnionych, 5°C dla roślin bez liści), *Primula vulgaris* Huds. (XI–III: 2–4°C) [Hentig 1983].

Tabela 54

Rośliny ozdobne o okresowo zmniejszonych wymaganiach cieplnych w głównym okresie grzewczym [Hentig 1983]

Roślina	Dni	Temperatura [°C]	Temperatura [°C] przed okresem jej obniżenia i po okresie jej obniżenia	Uwagi
<i>Anthurium scherzerianum</i> – mieszańce	42	15	18–20/18–20	umożliwia masowe zakwitanie roślin
<i>Aphelandra squarrosa</i> – odmiany	60	9–10	18–20/18–20	w półroczu zimowym przy krótkim dniu umożliwia tworzenie kwiatostanów
<i>Campanula isophylla</i>	40–50	12–15	18/18	tworzą się kwiaty, ale tylko przy przedłużeniu dnia do 16 godzin
<i>Columnnea</i> – gatunki i odmiany	30–40	12–15	20–16/18–20	tworzą się kwiaty
<i>Cymbidium</i> – gatunki i mieszańce	do tworzenia się pąków kwiatowych	18–20 dniem 10–14 nocą	18–20/20	stymulacja tworzenia się kwiatów
<i>Primula vulgaris</i>	około 40	4–6	10–15/6–10	tworzą się kwiaty i rośliny uzyskują dojrzałość do pędzenia
<i>Rhododendron Simsii</i> -Hybridum (azalie doniczkowe)	42–56	5–12	15–20/15–20	przełamanie spoczynku pąków i przyspieszenie rozwijania się kwiatów

**Proponuje się rozszerzyć pędzenie i przyspieszanie kwitnienia** frezji, kosaćców cebulowych, narcyzów, neriny (*Nerine*), śniedka (*Ornithogalum*), zawilca koronowego (*Anemone coronaria* L.) i lilii azjatyckich, gdyż mają one mniejsze wymagania cieplne, np. od hiacyntów, zwartnicy (*Hippeastrum*) czy gloriozy.

**Większą uwagę należy zwrócić na przyspieszanie kwitnienia bylin.** Przy temperaturze 5–10°C począwszy od lutego–marca można je doprowadzić do kwitnienia w szklarni lub pod folią. Przydatne są do tego celu między innymi: tojad mocny (*Aconitum napellus* L.), wrotycz różowy [*Tanacetum roseum* (Adam) Schultz Bip.] (syn. złocień różowy *Chrysanthemum coccineum* Willd.), jastruń właściwy (*Leucanthemum vulgare* Lam.), dzwonek brzoskwińowolistny (*Campanula persicifolia* L.) i szerokolistny (*C. latifolia* L.), omieg babkolistny (*Doronicum plantagineum* L.), przymiotno ogrodowe (*Eriogonon ×hybridus* hort.), odętka wirginijska (*Physostegia virginiana* Benth.) i driakiew kaukaska (*Scabiosa caucasica* M.B.).

**Stosowanie regulatorów wzrostu w odpowiedniej fazie rozwoju roślin** pozwala zaoszczędzić energię dzięki skróceniu okresu produkcji, a także zmniejszeniu powierzchni pod szkłem (rośliny traktowane retardantem wzrostu mają mniejsze wymiary i zajmują mniej miejsca). Na przykład opryskiwanie hortensji ogrodowej retardantem Alar 85 w stężeniu 0,25–0,5% lub podlewanie CCC o stężeniu 0,3–0,5%, 2–3-krotnie, od połowy do końca czerwca oraz w 2–4 tygodniu po rozpoczęciu pędzenia, powoduje skrócenie pędów i poprawienie jakości roślin. A dwukrotne opryskiwanie hortensji w odstępach 4–5 dni 10 mg kwasu giberelinowego w 1 dm<sup>3</sup> wody (10 ppm), gdy pierwsze pąki kwiatostanowe osiągną średnicę 2 cm, przyspiesza kwitnienie o 8–10 dni. Odmiany syningii opryskiwane kwasem giberelinowym o stężeniu 10 ppm w fazie początku wydłużania się pędów szybciej zakwitają, co pozwala skrócić cykl produkcji o 6–10 dni.

**Terminowe nawożenie, zwłaszcza azotem** może także istotnie wpłynąć na skrócenie okresu produkcji roślin ozdobnych. Na przykład u wielu odmian kalanchoe ogrodowego (*K. ×hybrida*) azot wprowadzony przed rozpoczęciem krótkiego fotoperiodu opóźnia kwitnienie, a zastosowany na początku okresu dni krótkich wyraźnie je przyspiesza. W nawożeniu ważna jest właściwa faza rozwoju rośliny, stężenie i proporcja poszczególnych składników. W większości przypadków dodatkowe nawożenie azotem, zwłaszcza dolistne, opóźnia zwykle tworzenie pąków kwiatowych i ich dalszy rozwój. Błąd ten często popełniają ogrodnicy, chcący przyspieszyć kwitnienie roślin balkonowych – pelargonii, petunii, bagonii bulwiastej – na wiosnę przed sprzedażą zasilają je pogłównie szybko działającymi nawozami. Skutek jest odwrotny, następuje pobudzenie wzrostu, a opóźnienie kwitnienia.

**Temperatura wody do podlewania** wpływa wyraźnie na wzrost i kwitnienie, szczególnie roślin ciepłolubnych. Rośliny z rodziny ostrojowatych (*Gesneriaceae*), np. syningia, achimenes, skrętnik czy sępolia źle reagują na podlewanie chłodną wodą bieżącą. Podlewanie tych roślin wodą odstaną o temperaturze około 20°C, w porównaniu z wodą bieżącą z sieci o temperaturze 5–10°C, a nawet 10–15°C, poprawiło ich jakość i przyspieszyło kwitnienie o 6–8 dni, czyli skracalo cykl produkcji o tydzień. Zimna woda powoduje u tych roślin powstanie uszkodzeń na liściach w formie żółtych plam. Uprawa roślin z rodziny ostrojowatych przebiega korzystnie na matach podsiąkowych, gdyż woda wtedy łatwo się nagrzewa, co gwarantuje lepszą jakość i wcześniejsze kwitnienie.

**Duży wpływ na wzrost i rozwój młodych roślin rozmnożonych wegetatywnie ma wiek i stan zdrowotny roślin matecznych.** Rośliny mateczne chryzantem,

z których pobiera się sadzonki, nie powinny mieć więcej niż 5 miesięcy, gdyż pędy ścięte ze starszych okazów gorzej się ukorzeniają i wydają osobniki słabej jakości. Z roślin macecznych begonii ogrodowej (*B. ×elatio*) i sępolii wartościowe sadzonki można pobierać tylko przez jeden rok. Dla sadzonek niektórych roślin celowe jest podwyższenie temperatury podłoża w mnożarce, przyspieszające ich ukorzenie i dające możliwość wcześniejszego ukorzenia następnej partii sadzonek. Ukorzenie sadzonek chryzantem odbywa się zwykle w temperaturze 20°C, ale przy 24–26°C można je przyspieszyć o tydzień.

Wzrost roślin i tworzenie się kwiatów zależy nie tylko od ilości ciepła, ale także od światła. Dlatego **produkuje się rośliny o mniejszych wymaganiach świetlnych**. Zaliczyć można do nich np. wspomniane już wcześniej rośliny z rodziny ostrojętów oraz liczne taksony o ozdobnych liściach, występujące na stanowiskach naturalnych w runie leśnym. Dla sępoli optymalne natężenie oświetlenia wynosi 5000–10000 lx, a dla difenbachii plamistej w odm. ‘Exotica’ (*D. seguine* ‘Exotica’), kordyliiny paciorecznikolistnej w odm. ‘Red Edge’ (*Cordyline fruticosa* ‘Red Edge’) czy filodendronu pnącego [*Philodendron hederaceum* (Jacq.) Schott var. *oxycardium* (Schott) Croat; syn. *P. scandens* K. Koch et Sello subsp. *oxycardium* (Schott) Bunt.] może wynosić 1000–2000 lx. Przy takim słabym oświetleniu u roślin tych następował prawidłowy przyrost suchej masy, który wystarczał do wzrostu i rozwoju.

**Sterowanie kwitnieniem typowych roślin dnia krótkiego (RKD)** – chryzantemy, wilczomleczeń piękny (poinsecja), kalanchoe ogrodowe – to przykłady oszczędności w ogrzewaniu i wykorzystaniu miejsca w szklarni. Na przykład, wiadomo, że około 10 października z nastaniem dnia krótkich, czyli poniżej 10 godzin następuje inicjacja kwitnienia u wilczomlecza pięknego i jednocześnie ustaje wzrost, to należy pamiętać, aby zakończyć sadzenie młodych roślin do doniczek najpóźniej w końcu sierpnia. Dzięki temu jeszcze 6 tygodni rośliny będą rosły, zanim zaczną wybarwiać się im przykwiatki. Według Hentiga [1983] jest to najkorzystniejszy i najkrótszy cykl produkcji, pozwalający uzyskać najbardziej poszukiwane niskie, krępe rośliny oraz maksymalne wykorzystanie powierzchni.

**Oszczędzać energię można także przez lepsze wykorzystanie powierzchni w szklarni.** Jednym z elementów jest produkowanie „małych roślin w krótkim czasie”. Oszczędność w tym wypadku jest obustronna: producent zużywa mniej opału, a nabywca płaci mniej za kwiaty. Rośliny takie jak begonia ogrodowa, chryzantemy i cyklameny uprawiane zwykle w doniczkach o średnicy 11–12 cm można zmieścić w doniczkach 9–10 cm. Zyskuje się dzięki temu miejsce w szklarni i skraca cykl produkcji. Liczne inne rośliny można produkować w podobny sposób [Hentig 1983]. Lepsze wykorzystanie miejsca w szklarni można uzyskać także dzięki współrzędnej uprawie np. lilii i tulipanów metodą +5 C [Krause 1992] oraz pędzeniu cebulicy Miszczenki (*Scilla mischtschenkiana* Grossh.; *S. tubergeniana* Stearn), kosańca żyłkowanego (*Iris reticulata* M.B.), szafirka armeńskiego (*Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker) czy endymionu hiszpańskiego [*Hyacinthoides hispanica* (Mill.) Rothm. subsp. *hispanica*; syn. *Endymion hispanicus* Mill.] Chouard] [Krause, Pałowska-Stepień 1992]. Dobór odmian ma tutaj również niebagatelne znaczenie, dlatego niezbędna jest ustawiczna ich ocena.

**Wykorzystanie do produkcji całej kubatury ogrzewanej szklarni** wszędzie, gdzie jest to możliwe, powinno być uwzględnione. Zresztą ten sposób zagospodarowania szklarni jest znany od dawna. Rośliny uprawia się na stołach i na półkach wiszących nad

nimi lub na stelażach o kształcie piramidy. Od pewnego czasu wprowadzono przesuwne stoły, zaoszczędzając miejsce zajmowane na przejścia oraz ruchome półki wiszące. Sepolię, w stadium ukorzenia i młodych roślin można uprawiać na trzech poziomach – pod stołami, na stołach i na stelażach nad stołami. Niezwykle starannie należy podlewać rośliny znajdujące się wyżej, aby nadmiar wody nie spływał na liście niżej umieszczonych, gdyż wywołuje to ich żółknięcie i osłabienie wzrostu. Znane są także szklarnie specjalne, w których rośliny uprawia się na półkach przesuwanych pionowo.

**Uprawa roślin w pomieszczeniach poza szklarnią**, np. w piwnicach zagłębionych lub budynkach stojących na powierzchni, w których temperatura, wilgotność powietrza, natężenie światła i czas oświetlenia są regulowane niezależnie od warunków zewnętrznych i rytmów dobowych, jest znana, a obecnie ma szanse intensyfikacji. Pomieszczenia te wykorzystywane są do siewu, sadzonkowania, pędzenia roślin cebulowych, rozmnażania *in vitro* i ukorzenia mikroroślinek uzyskanych ostatnią metodą. Zużywa się w nich mniej energii niż w szklarni.

**Przechowywanie kwiatów ciętych** powinno obniżyć ich ceny i zlikwidować sezonowość podaży (patrz rozdz. 20).

**Warto zwrócić uwagę na te rośliny jednoroczne, dwuletnie**, byliny oraz drzewa i krzewy, które nadają się na kwiaty cięte, a w formie zasuszonej są trwałym i poszukiwanym elementem kompozycji kwiatowych.

**Okresowe podwyższenie temperatury lub doświetlanie roślin**, zwłaszcza w okresie jesienno-zimowym, praktykowane w ogrodnictwie ozdobnym, musi być dokładnie rozważone i indywidualnie skalkulowane z korzyściami [Hentig 1983].

**Uprawa roślin ozdobnych w nieogrzewanych tunelach foliowych odbywa się bez udziału energii z zewnątrz**, czyli oparta jest wyłącznie na wykorzystaniu naturalnej energii promieniowania słonecznego. Technologię uprawy w nieogrzewanym tunelu opracowano dla chryzantem, groszku pachnącego, alstremerii, goździków należących do różnych grup, celozji, dzwonków, trachelium, róży, lilii, gerbery i wielu innych roślin ozdobnych. Tunele nadają się do przyspieszania kwitnienia licznych taksonów bylin (w tym piwonii chińskiej) i krzewów ozdobnych, do produkcji rozsad roślin rabatowych i balkonowych, okresowej produkcji roślin doniczkowych oraz do produkcji szkółkarskiej drzew i krzewów ozdobnych. Nieogrzewane tunele i szklarnie w sytuacji wysokich kosztów opału są jedną z najważniejszych alternatyw produkcji roślin ozdobnych w Polsce.

Nasylenie rynku roślinami tradycyjnymi przez dłuższy okres rodzi pragnienie zmiany dotychczasowego asortymentu i wprowadzenia roślin mniej znanych i nowych. Także moda stymuluje popyt na rośliny nowe lub znane, lecz inaczej produkowane i eksponowane. Przykładem sprzed kilku lat mogą być juki, draceny i kordyliny otrzymywane z fragmentów kłózdin. Z kolei rosnący popyt powoduje wzrost cen, często nie mający żadnego związku z nominalną wartością roślin. Wprowadzając nowe rośliny producenci mają nadzieję na znalezienie taksonów o małych wymaganiach energetycznych, krótkich cyklach produkcji i dobrze się sprzedających. Producenci kwiatów w Europie Zachodniej uważają, iż wprowadzenie i wypromowanie nowych gatunków i odmian umożliwi trwałe i rozwój ich zakładów.

Podstawowymi źródłami pochodzenia nowych roślin ozdobnych są: introdukcja ze stanowisk naturalnych, hodowla i selekcja, reintrodukcja roślin zapomnianych za pomocą nowych technologii uprawy i dzięki nowym możliwościom zastosowania. Za przyszłościowe źródło można uważać rośliny transgeniczne.

## 18.1. Introdukcja ze stanowisk naturalnych

Nowe rośliny ozdobne mogą pochodzić z flory rodzimej kraju bądź z innych obszarów. **Flora polska** zachowała do dzisiaj pokaźną liczbę gatunków roślin o potencjalnym znaczeniu dla ogrodnictwa ozdobnego. Na odkrycie zasługują liczne gatunki storczyków, przydatne do ogrodów zwykłych i specjalnych. Można by wykorzystać niemal *in extenso* ze stanowisk naturalnych bądź doskonalić przez selekcję lub hodowlę m.in.: kurzyśląd błękitny (*Anagallis foemina* Mill.; syn. *A. arvensis* L. var. *coerulea* (L.) Gouan), a nawet polny (*A. arvensis* L.) jako rośliny doniczkowe o zwieszających się łodygach, sałatnicę leśną [*Aposeris foetida* (L.) Less.] do uprawy w ogrodach i parkach w miejscach zacienionych, różne gatunki traganka (*Astragalus* sp. div.) o bardzo dużej wytrzymałości na suszę, mogących częściowo zastępować kosztowne do utrzymania trawniki, zwłaszcza na glebach lekkich piaszczystych, dzwonki (*Campanula* sp. div.) do uprawy w ogrodach i przyspieszania kwitnienia pod nieogrzewanymi osłonami, centurię pospolitą (*Centaureum erythracea* Rafn.; syn. *C. umbellatum* Gilib.) do sadzenia w ogrodach i alpinariach w miejscach suchych, pomocnik baldaszkowy [*Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton] do założen z roślinami wrzosowatymi, żywece: dziewięciolistny (*Cardamine enneaphyllos* (L.) Crantz; syn. *Dentaria enneaphyllos* L.), gruczołkowaty (*D. glandulosa* W.K.) i cebulkowy [*Cardamine bulbifera* (L.) Crantz, syn. *Dentaria bulbifera* L.] do ogrodów i parków pod koronami drzew, lnicę bluszczokowatą [*Cymbalaria muralis* G. Gaertn., B. Mey. et Scherb.; syn. *Linaria cymbalaria* (L.) Mill.] do doniczek podwieszanych i na

murki skalne, len złocisty (*Linum flavum* L.) na miejsca suche, miodownik melisowaty (*Melittis melissophyllum* L.) do ogrodów i parków w miejscach półcienistych, gruszczyki (*Pyrola* sp.div.) do kompozycji z niskimi roślinami wrzosowatymi i ciemiężycę (*Veratum* sp.div.) do większych ogrodów i parków. Niewykorzystane są także niektóre rodzime rośliny cebulowe i bulwiaste.

Najwięcej nowych roślin sprowadzono jednak z **obszarów subtropikalnych i tropikalnych**, zwłaszcza z Brazylii, południowej Afryki i wysp położonych na Oceanie Spokojnym. Ostatnio szczególnie intensywnie poszukuje się nowości w **Australii** i **Nowej Zelandii**. Z wysp tych pochodzą znajdujące się już w uprawie: *Anigozanthos manglesii* D. Don, *A. bicolor*, *A. humilis* Lindl. i *A. flavidus* DC. (*Haemodoraceae*), *Brachyscome multifida* DC., *Helichrysum bracteatum* 'Diamond Head', *H. baxteri*, *Asteriscus maritimus* 'Gold Coin' (*Asteraceae*), *Correa reflexa* (Labill.) Vent. i inne gatunki (*Rutaceae*), *Hendenbergia* (*Fabaceae*), *Lachenaultia biloba*, *Scaevola aemula* 'Blue Wonder' (*Goodeniaceae*), *Pimelea ferruginea* Labill. (*Thymelaeaceae*), *Ptilotus exaltatus* (*Amaranthaceae*), *Alyogyne huegelii* Fryx. (*Malvaceae*), *Waterhousea floribunda* (*Myrtaceae*), *Muehlenbeckia axillaris* Walp. (*Polygonaceae*), *Pityrodia axillaris* (*Verbenaceae*), *Actinodium cunninghamii* (*Myrtaceae*), *Helichrysum apiculatum* DC. (*Asteraceae*), *Banksia* sp.div., *Grevillea* sp.div., *Protea* sp.div., *Conospermum stoechadis*, *Dryandra sessilis*, *Leucadendron* sp.div. (*Proteaceae*), *Hebe* sp.div. – Nowa Zelandia (*Verbenaceae*).

Z **południowej Afryki** wprowadzono ostatnio do uprawy *Diascia barberae* Hook., *Nemesia fruticans*, *Sutera diffusus*, syn. *Bacopa* Aubl. (*Scrophulariaceae*), *Oxalis pes-caprae* L. i *O. articulata* Savigny (*Oxalidaceae*), *Pycnostachys urticifolia* Hook. (*Lamiaceae*), *Whitfieldia elongata* C.B. Cloree (*Acanthaceae*), *Streptocarpus wendlandii* Sprenger ex Hort. (*Gesneriaceae*), *Gazania rigens* Gaertn. (*Asteraceae*), *Monopsis lutea* (*Campanulaceae*), *Cussonia sphaerocephala* (*Araliaceae*), *Thamnochortus insignis* (*Rostoniaceae*), *Erica* sp.div. (*Ericaceae*), *Pentas lanceolata* (Forssk.) Deflers (*Rubiaceae*). Z **tropikalnej Afryki Wschodniej** bierze swój początek *Streptocarpus saxorum* Engl., piękna roślina doniczkowa o zwieszających się łodygach. Z **Madagaskaru** sprowadzono *Catharanthus roseus* G. Don (*Apocynaceae*). Z **Nowej Gwinei** wywodzi się m.in. *Impatiens hawkeri* Bull (*Balsaminaceae*), jeden z gatunków wyjściowych rozprzestrzeniających się obecnie na świecie niecierpków nowogwinejskich.

W **Meksyku** znaleziono *Agastache mexicana* Lint et Epling (*Lamiaceae*), *Rhodochiton atrosanguineus* Rothm. i *Tetranesmaroseum* Standl. et Steyerem. (*Scrophulariaceae*), *Sanvitalia procumbers* Lam. (*Asteraceae*), *Malvasicus arboreus* Cav. (*Malvaceae*) – także w Peru i Brazylii, *Cuphea hyssopifolia* Kunth (*Lythraceae*) – także w Gwatemali, *Alonsoa meridionalis* O. Kuntze (*Scrophulariaceae*) – także w Chile i Wenezueli, *Bidens ferulifolia* D.C. (*Asteraceae*) – także w południowej Arizonie. *Rhodochiton* to atrakcyjne pnącze, które po traktowaniu retardantami może być rośliną doniczkową. Z **południowej Ameryki**, zwłaszcza z **Chile** sprowadzono oryginalną *Fabiana imbricata* Ruiz et Pav. (*Solanaceae*). *Centradenia* sp. (*Melastomataceae*) pochodzi z południowej i środkowej Ameryki, *Nierembergia hippomanica* Miers (*Solanaceae*) – z Argentyny, *Streptosolen jamesonii* Miers – z Ekwadoru i Kolumbii, *Nolana napiformis* Phil. (*Campanulaceae*) – z Chile, [*Justicia ovata* (Walter) Lindau var. *lanceolata* (Chapm.) R.W. Long; syn. *Porphyrocoma lanceolata* Scheidw.] (*Acanthaceae*) i *Angelonia gardneri* Hook. (*Scrophulariaceae*) – z Brazylii.

Z **Azji Mniejszej i Krety** pochodzi *Celsia arcturus* Jacq. (*Scrophulariaceae*). Z **Chin, Japonii i Jawy** wywodzi się *Houttuynia cordata* 'Chamaeleon' (*Saururaceae*) – roślina doniczkowa, z **Chin i Japonii** – *Trachelospermum jasminoides* Lem. (*Apocynaceae*), z **Chin** – *Lysimachia congestiflora* Hemsl. (*Primulaceae*) pięknie kwitnąca roślina do ekspozycji w naczyniach zawieszanych, z **Indii** sprowadzono *Peristrophe speciosa* Nees (*Acanthaceae*).

**Wyspy Kanaryjskie** są ojczyzną oryginalnych roślin: *Canarina canariensis* Vatteke (*Campanulaceae*), *Lotus maculatus* Breitf. (*Fabaceae*) i *Isoplexis canariensis* (L.) Loudon (*Scrophulariaceae*). Z **obszaru śródziemnomorskiego** pochodzi błękitnie kwitnący *Anagallis monelli* L. (*Primulaceae*), z **północnej Afryki, Hiszpanii, Sycylii i północno-zachodnich Włoch** sprowadzono także błękitny *Convolvulus sabatius* Viv. (*Convolvulaceae*). Z **tropikalnych i subtropikalnych obszarów Ziemi** wywodzi się roślina doniczkowa *Pseudoranthemum tuberculatum* Radlk. (*Acanthaceae*).

Na obszarze od **Kalifornii do Oregonu** w Stanach Zjednoczonych występuje *Lewisia cotyledon* (S. Watson) B.L. Rob. (*Portulacaceae*), coraz bardziej modna w Europie roślina doniczkowa. Z **Wenezueli** sprowadzono *Megaskepasma erythroclamys* (*Acanthaceae*), a z **centralnej Ameryki** – *Euphorbia leucocephala*, przydatne do uprawy na kwiaty cięte.

Rośliny uprawiane obecnie na kwiaty cięte należą do około 30 rodzin, co stanowi znikomą część Państwa Roślinnego, liczącego około 500 rodzin. Z liczby tej do 30 rodzin należy po około 2 000 gatunków roślin. W sześciu spośród tych wielkich rodzin nie ma ani jednej rośliny uprawianej w doniczkach i na kwiat cięty. Sześć innych rodzin ma tylko po kilka gatunków o znaczeniu ozdobnym. W rodzinie *Fabaceae*, do której należy około 10 750 gatunków, z wyjątkiem może *Lathyrus odoratus* nie ma dobrze znanej rośliny przydatnej do cięcia kwiatów, a lewkonia jest jedyną rośliną użytkową w ten sposób także w dużej rodzinie *Brassicaceae* (= *Cruciferae*). Rodzinami dostarczającymi dużej liczby kwiatów ciętych są między innymi: *Asteraceae*, *Amaryllidaceae*, *Liliaceae*, *Orchidaceae* i w mniejszym stopniu *Iridaceae*. Zasoby ich nie zostały jeszcze w pełni wykorzystane, Bogatym bankiem potencjalnych roślin doniczkowych jest rodzina ostrojowatych (*Gesneriaceae*) (Czekalski 1992). Uwaga! Zapis **sp. div.** oznacza, że chodzi o różne gatunki należące do danego rodzaju.

## 18.2. Hodowla i selekcja

Hodowla i selekcja umożliwiają otrzymanie roślin o cechach poszukiwanych przez producenta i klienta. Dzięki hodowli można zwiększyć atrakcyjność roślin niepozornych, mniej ważnych i zapomnianych. Wszystkie uprawiane powszechnie rośliny mają długą historię hodowli i selekcji, które nadały im obecny status. Licznych gatunków ze stanowisk naturalnych nie można od razu uprawiać, wymagają pracy hodowlanej i selekcji. Producenci powinni być gotowi zainwestować w te rośliny, aby stały się popularne. Takie rośliny, jak alstremetria, eustoma czy anigozantos świadczą, że jest to możliwe.

W wyniku hodowli twórczej polegającej na krzyżowaniu osobników należących do odrębnych rodzajów otrzymano mieszańce międzyrodzajowe, osobników różnych gatunków w zakresie jednego rodzaju – mieszańce międzygatunkowe, z których przez selekcję powstały nowe odmiany. Przykładem mieszańca międzygatunkowego w Polsce

może być *Hippeastrum ×chmielii*, powstałego w wyniku krzyżowania *H. pratense* (Poepp.) Bak i *H. ×hybridum* hort. (Chmiel i in. 1998). Odmiany uzyskuje się wskutek krzyżowania taksonów różnej rangi oraz innymi metodami. Spośród najmniej licznych mieszańców międzyrodzajowych najczęściej uprawiana jest *×Fatsyhedera lizei* A.Guill. (*Fatsia japonica* 'Moseri' *×Hedera hibernica* hort. ex Kirchner), otrzymana w firmie Lizé w Nantes we Francji, w 1910 r. Obecnie wzrasta zainteresowanie mieszańcem *×Solidaster luteus* M.L. Green ex Dress (*Solidago elliptica* *×Aster ptarmicoides* Torr. et A. Gray).

W ostatnich latach intensywnie rozwija się hodowla nowych odmian roślin do dekoracji balkonów, tarasów i werand oraz rabatowych. Większość ich odznacza się długimi pędami. W obrębie rodzaju *Petunia* na początku 1998 r. znanych było aż 20 grup odmian o kaskadowym pokroju i rozmnażanych wegetatywnie: Anthofinia, Berlin Bells, Carillon, Cascadia, Colgado, Fortunia, Fortuniata, Futura, Konstanz, Million Bells, Million Bells Trailing, Petutinia, Solana Royal, Sunlover, Surprise, **Surfinia**, Sylvana, Petunie Ungera, Ursynia i Victoria. Najbardziej rozpowszechniona jest Surfinia, licząca już około 20 odmian. Pierwsze odmiany zaliczane do tej grupy wyhodowane zostały w japońskiej firmie Suntory i Kesey. Powstały one w wyniku krzyżowania dzikiego japońskiego gatunku, o pędach pnących i małych kwiatach z uprawną formą petunii, rozmnażaną z nasion. Różnią się one długością pędów, wielkością i barwą kwiatów. W optymalnych warunkach uprawy przyrosty ich pędów w ciągu doby sięgają 4 cm.

Podobną popularność na świecie zdobyły niecierpki nowogwinejskie (*Impatiens New-Gwinea*).

### **18.3. Reintrodukcja roślin zapomnianych za pomocą nowych technologii uprawy i dzięki nowym możliwościom zastosowania**

Niektóre gatunki roślin po dłuższym lub krótszym okresie zapomnienia są ponownie odkrywane, uprawiane i stają się modne. Obecnie są to m.in.: *Aucuba japonica* Thunb. ex Murr., *Camellia japonica* L., *Datura* sp. div., *Gardenia jasminoides* Ellis, *Grevillea robusta* A.Cunn. ex R.Br., *Gomphrena globosa* L., *Lantana camara* L., *Jasminum officinale* L., *J. polyanthum* Franch. i *J. sambac* Ait., *Polemonium caeruleum* L., *Silene chalconica* (L.) E.H.L. Krause; syn. *Lychnis chalconica* L., *Lagerstroemia indica* L., *Ruscus aculeatus* L., *Asparagus falcatus* L. i *Polianthes tuberosa* L. Większość tych roślin uprawiana była już w 1815 r. w ogrodzie ordynata Zamoyskiego w Podzamczu, rosły tam także *Alstroemeria pelegrina* L. i *A. ligtu* L.

W Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Wileńskiego także w roku 1815 znane były np. *Metrosideros lophanta*, *M. linearis* i *M. diffusa* (G. Forst.) Sm. oraz *Methanica superba*, uchodzące dzisiaj za rośliny supernowe oraz uprawiana u nas *Strelitzia reginae* Banks.

Ogrody botaniczne, palmiarnie i kolekcje są obfitym źródłem roślin nowych i mało znanych. W ogrodzie botanicznym okazy licznych gatunków zgromadzone są w jednym wspólnym miejscu. Nie ma tam optymalnych warunków ekologicznych, gdyż niemal każdy gatunek ma inne wymagania. Nie wszystkie rośliny mają zatem ładny wygląd. Dopiero po stworzeniu warunków sprzyjających można ocenić ich wartość dekoracyjną.



Obecnie badania naukowe przyczyniają się do rozpowszechnienia uprawy wielu gatunków roślin. Można zatem produkować przez cały rok, np. buwardię dzięki regulacji długości dnia, *Dianthus barbatus* L. dzięki wernalizacji nieukorzenionych sadzonek czy tojad dzięki przechłodzeniu nasion.

Rozmnażanie metodą *in vitro* wypromowało m.in. storczyki *Phalaenopsis* sp. i *Cymbidium* sp., *Anthurium* sp. i gerberę.

Liczne rośliny uprawiane do niedawna tylko w gruncie – obecnie produkuje się także w doniczkach.

## **18.4. Badania i ocena nowych roślin ozdobnych oraz przepływ informacji do producentów**

Zanim nowa roślina znajdzie się na rynku musi przejść badania i kilka praktycznych testów. Po badaniach podstawowych obejmujących szczegółowy opis botaniczny i studiach dostępnej literatury następują testy uprawowe. Pierwszy to test eksperymentalny na małej liczbie roślin. Ma on na celu określenie sposobów rozmnażania, warunków uprawy oraz wyprodukowanie pewnej liczby roślin dla rozpoczęcia testu produkcyjnego. W tym celu 5–10 producentom dostarcza się nową roślinę, 800–1000 okazów w przypadku przeznaczenia na kwiat cięty i około 100 do uprawy doniczkowej. Wraz z roślinami producenci powinni otrzymać wstępny schemat uprawy, opracowany na podstawie wcześniejszego doświadczenia. Gdy test ten zakończy się wynikiem pozytywnym, wówczas można rozpocząć produkcję seryjną u większej liczby producentów, a następnie produkcję masową. Przed rozpoczęciem produkcji seryjnej należy ustalić wygląd nowej rośliny ozdobnej.

Noordegraaf (1987) do oceny nowych roślin zaproponował tzw. metodę profilową. Uwzględnia ona szczegółowo wszystkie aspekty związane z wprowadzeniem do uprawy nowej rośliny. Są to aspekty: badawczy (w tym hodowla i zasady uprawy), produkcyjny (rozmnażanie, efektywność produkcyjna, pracochłonność, mechanizacja i automatyzacja), rynkowy okres produkcji, konkurencja, trwałość roślin), ekonomiczny (inwestycje specjalne, koszty produkcji, zysk).

O zainteresowaniu nowymi roślinami świadczy między innymi organizowanie międzynarodowych sympozjów na ten temat.

## **18.5. Rośliny transgeniczne**

Dzięki dynamicznie rozwijającej się obecnie inżynierii genetycznej możliwe stało się wprowadzenie nowych cech jednej rośliny do genotypu drugiej rośliny. Cechy te przenoszone są za pomocą cząsteczki DNA. Powstałe w ten sposób nowe rośliny nazywane są transgenicznymi. Zawierają one zmodyfikowany genom.

Uważa się, iż metoda ta przynosi realne korzyści. Przykładami roślin transgenicznych dostępnych w handlu w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie czy Niemczech są: pomidor, soja, ziemniak i tytoń. U pomidora nastąpiło obniżenie aktywności genu odpowiedzialnego za syntezę enzymu trawiącego pektynę w skórce owocu. Spowodowało to spowolnienie dojrzewania owoców, przedłużenie ich trwałości, wydłużenie okresu

składowania, poprawę zapachu i smaku oraz uniknięcie stosowania środków chemicznych podczas magazynowania. Soja uzyskała odporność na herbicyd (Roundup), liście ziemniaka stały się toksyczne dla stonki, a tytoń wykazuje odporność na choroby wirusowe (Twardowski 1997).

W przypadku roślin ozdobnych głównymi celami hodowli transgenicznej jest uzyskanie form odpornych na choroby wirusowe. Są już wśród nich: chryzantema odporna na wirusa brązowej plamistości pomidora (TSWV) oraz lilia nie ulegająca porażeniu przez utajony wirus lilii i wirus pstrości lilii. Uzyskanie odmian roślin ozdobnych odpornych na grzyby, bakterie, szkodniki i herbicydy oraz o lepszej trwałości kwiatów bądź o nowych barwach to na razie przyszłość (Langeveld 1997). Tym niemniej doniesiono z Australii o otrzymaniu odmiany cyklamena o żółtych kwiatach. W genomie cyklamena jest brak genu wywołującego taką barwę. Został on do niego wprowadzony z innego taksonu należącego także do rodziny pierwiosnkowatych (*Primulaceae*).

U roślin dwuliściennych przeniesienie wybranej cząsteczki DNA (cechy rośliny) do komórki biocyta najczęściej odbywa się za pośrednictwem bakterii *Agrobacterium rhizogenes* lub *A. tumefaciens*, a u jednoliściennych – za pomocą bezpośredniego wstrzeliwania. Zasadniczą trudnością w uzyskiwaniu zmodyfikowanych roślin jest ich regeneracja ze stransformowanych komórek. Odbywa się to w warunkach *in vitro* na specjalnie dobranych pożywkach. Uzyskano także chryzantemy z genem kodującym białko toksyczne dla owadów-szkodników, goździki z genem opóźniającym starzenie się kwiatów, róże z genami zmieniającymi pokrój krzewu i barwę kwiatów oraz petunie o pomarańczowych kwiatach.

Ozdobne rośliny transgeniczne nie powodują zagrożenia dla ludzkiego zdrowia, gdyż nie są zjadane. Dlatego hodowla ich nie powinna być kontrowersyjna. Wprowadzenie form odpornych na choroby i szkodniki pozwoli zmniejszyć zużycie środków chemicznych (Langeveld 1997).

Zagadnienia dotyczące introdukcji nowych roślin ozdobnych do Polski, ich biologii, produkcji i zastosowania są jednym z zasadniczych problemów badawczych i popularyzatorskich autora tej książki. Dlatego dla orientacji Czytelników podano wykaz wybranych jego publikacji z tej dziedziny.

## **18.6. Wybrane publikacje autora książki o nowych i rzadko uprawianych w Polsce roślinach ozdobnych**

1. *Comptonia peregrina* (L.) Coultner. Wiadomości Botaniczne, 1969, 13, 4: 139-141 i *Comptonia amerykańska* oryginalny krzew ozdobny. Szkółkarstwo, 2001, 4: 42–43.
2. Krzewy ozdobne mało rozpowszechnione. Kalendarz Hasła Ogrodniczego, 1972: 207–214.
3. Piwonie krzewiaste. Hasło Ogrodnicze, 1975, 7/8: 26–27.
4. Wiązowiec zachodni – drzewo do sadzenia przy ulicach. Ogrodnictwo, 1978, 10: 271–272.

5. Szczepienie piwonii krzewiastych. Kwiaty, 1978, 2: 19.
6. Obiela wielkokwiatowa – *Exochorda racemosa* Rehd. i jej znaczenie w ogrodnictwie ozdobnym. Roczniki AR Poznań, 1979, 14, Ogrodnictwo 8: 3-8 i Obiela wielkokwiatowa – wartościowy krzew ozdobny. Ogrodnictwo, 1976, 11-12: 298–299.
7. Die Vermehrung des Nordamerikanischen Zürgerbeumes (*Celtis occidentalis* L.) aus Wurzelschnitungen. Deutsche Baumschule, 1980, 5: 190.
8. Sośnica japońska – *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Sieb. et Zucc. w Polsce. Rocznik Dendrologiczny, 1983/1984, 35: 15–22.
9. Kalmia wielkolistna (*Kalmia latifolia* L.) w Polsce. Rocznik Dendrologiczny, 1984/1985, 36: 61–72.
10. Kolumnea – wartościowa roślina do dekoracji wnętrz. Owoce Warzywa Kwiaty, 1987, 1: 8–9.
11. Jakobinia różowa i purpurowa – nowe doniczkowe rośliny ozdobne. Ogrodnictwo, 1988, 8: 23–24.
12. Eschynantus – wartościowa doniczkowa roślina ozdobna. Owoce Warzywa Kwiaty, 1988, 24: 8–9. Współautor Potopowicz W.
13. Rozmnażanie i uprawa hypocyrtu gładkiej – *Hypocyrtia glabra* Hook. Roczniki AR w Poznaniu, 1989, Ogrodnictwo 17: 33–42.
14. The influence of auxins on the rooting of cuttings of *Bougainvillea glabra* Choisy. Acta Horticulturae, 1989, 251: 345–352.
15. Dipladenia – nowa roślina ozdobna. Ogrodnictwo, 1989, 8: 24–26.
16. Pikweria trójnerwa – nowa roślina ozdobna na kwiat cięty. Ogrodnictwo, 1989, 11–12: 15–16. Współautorka Turkowiak-Kusznierewicz A.
17. Trachelia błękitna – nowa w Polsce roślina ozdobna. Hodowla Roślin i Nasiennictwo, 1990, 6: 18–21. Współautor Michalik T.
18. Leonotis pomarańczowy. Kwiaty, 1990, 1: 19. Współautor Żyła S.
19. Pisonia baldaszkowata – nowa roślina doniczkowa do dekoracji wnętrz. Kwiaty, 1990, 2: 29.
20. Niecierpki nowogwinejskie robią furorę na świecie. Hasło Ogrodnicze, 1990, 11: 21–22.
21. Jakaranda mimozowata. Kwiaty, 1990, 4: 28.
22. Grewilla mocna. Kwiaty, 1990, 1: 10.
23. Oplątwa Lindena (*Tillandsia lindenii*). Hasło Ogrodnicze, 1991, 3: 25–26 i 33.
24. Anredera. Kwiaty, 1991, 2: 27.
25. Kalatea, ostrzeszyn (*Catatheca* sp. div.). Hasło Ogrodnicze, 1991, 9: 19–20 i 33–34.
26. Lantana (*Lantana ×hybrida*). Hasło Ogrodnicze, 1991, 10: 21–22 i 33.
27. *Heterocentron* ‘Cascade’. Kwiaty, 1991, 4: 18.
28. *Brachycome multifida* – nowa roślina ozdobna. Ogrodnictwo, 1992, 3: 21–22. Współautorka Kaczor A.
29. Nowe rośliny ozdobne. Ogrodnictwo, 1992, 4: 17–18. i Nowe rośliny ozdobne – klasyfikacja, pochodzenie i ocena. [W:] Nowe rośliny ozdobne (Materiały z seminarium). Skierniewice, 1992: 1–7.
30. Niektóre nowe i mało rozpowszechnione w Polsce doniczkowe rośliny ozdobne, [W:] Nowe rośliny ozdobne (Materiały z seminarium). Skierniewice, 1992: 8–14.
31. Nowe rośliny do kwiatynek i dekoracji balkonów. W: Nowe rośliny ozdobne (Materiały z Seminarium). Skierniewice, 1992: 15–18. Współautorka Krause J.

32. Kliantus – *Clianthus puniceus*. Kwiaty, 1992, 1: 19.
33. Pachypodium. Hasło Ogrodnicze, 1992, 5: 25–26 + barwna wklejka. Współautor Kubala T.
34. Leptospermum. Kwiaty, 1992, 2: 14.
35. Podokarp. Kwiaty, 1992, 3: 11.
36. *Asteriscus maritimus* ‘Gold Coin’ – nowa roślina ozdobna. Owoce Warzywa Kwiaty, 1992, 19: 14. Współautor Rewers A.
37. *Schizanthus* ‘Atlantis’ – interesująca roślina doniczkowa. Owoce Warzywa Kwiaty, 1992, 20: 11.
38. Nowy eschynantus ‘Schlatters Korale 90’ Ogrodnictwo, 1992, 5: 29. Współautor Rewers A.
39. Correa – przyszłościowa nowość z Australii. Kwiaty, 1992, 4: 8.
40. Nowe i mało znane zatrwiany. Ogrodnictwo, 1993, 4: 19–21. Współautorka Spychała A.
41. *Houttuynia cordata* ‘Chamaeleon’. Kwiaty 1993, 1: 5.
42. *Senecio macroglossus*. Kwiaty, 1993, 1: 23.
43. Solidaster żółty – nowa roślina ozdobna na kwiat cięty. Ogrodnictwo, 1993, 1: 24.
44. *Scaevola aemula* ‘Blue Wonder’. Hasło Ogrodnicze, 1993, 2: 21–22 i 33.
45. Pernecja ostrokończysta w doniczkach. Biuletyn Rośliny Wrzosowate, 1993, 4: 43–45.
46. Murraya egzotyczna. Kwiaty, 1993, 2: 14.
47. *Exacum affine*. Hasło Ogrodnicze, 1993, 6: 21–22 i 34.
48. Eukaliptusy – roślinami ozdobnymi. Owoce Warzywa Kwiaty, 1993, 11: 18.
49. Jatrofa. Kwiaty, 1993, 3: 27.
50. Nowe kocanki ogrodowe. Kwiaty, 1993, 4: 7.
51. Nowe w Polsce rośliny do dekoracji balkonów i tarasów. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum nt. Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie, Poznań 23–24.09.1993: 5–7. Współautorka Krause J.
52. Kalanchoe Mangina – nowy gatunek do uprawy w Polsce. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum nt. Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie. Poznań 23–24.09.1993: 13–15.
53. Mało znane rośliny do dekoracji balkonów i tarasów. Hodowla Roślin i Nasiennictwo, 1994, 1: 29–33. Współautorka Krause J.
54. Lewisia – nowa roślina doniczkowa. Ogrodnictwo, 1994, 2: 26–27. Współautorka Przymęska J.
55. Ruszczyk – roślina na zieleń ciętą. Owoce Warzywa Kwiaty, 1994, 1: 17. Współautorka Spychała A.
56. Alokazja. Kwiaty, 1994, 2: 26.
57. Petunia Surfinia. Owoce Warzywa Kwiaty, 1994, 1: 18–19. Współautorka Krause J.
58. Mulenbekia, Kwiaty, 1994, 3: 23.
59. Anizodonteia przylądkowa. Owoce Warzywa Kwiaty, 1994, 18: 25. Współautorka Krause J.
60. Powój błękitny. Owoce Warzywa Kwiaty, 1994, 20: 23. Współautorka Krause J.
61. Komonica płamista. Owoce Warzywa Kwiaty, 1994, 21: 19. Współautorka Krause J.
62. Felicja astrowata. Owoce Warzywa Kwiaty, 1994, 24: 17. Współautorka Krause J.

63. Plonowanie goździków Diana w nieogrzewanym tunelu foliowym. Roczniki AR w Poznaniu, 1995, 276, Ogrodnictwo 23: 3–10.
64. *Diascia barberae*. Owoce Warzywa Kwiaty, 1995, 2: 21. Współautorka Krause J.
65. Sadziec czerwieniejący i kufeja wąskolistna. Kwiaty, 1995, 1: 19.
66. Tojeść gęstokwiatowa. Owoce Warzywa Kwiaty, 1995, 9: 20. Współautorka Krause J.
67. Wedelia trójklapowa. Owoce Warzywa Kwiaty, 1995, 11: 8. Współautorka Krause J.
68. Uczęp różgowaty – *Bidens ferulifolia*. Hasło Ogrodnicze, 1995, 7: 24–26.
69. Lykorys – nowa roślina cebulowa. Hasło Ogrodnicze, 1995, 8: 36–37.
70. Klon czerwony – drzewo ozdobne dla Polski. Szkółkarstwo, 1995, 3: 4–5. Współautorzy: Florkowska M., Lindstrom O.M.
71. Pokrzywiec hiszpański. Owoce Warzywa Kwiaty, 1995, 19: 23. Współautorka Krause J.
72. Tibuchina wykwinna. Owoce Warzywa Kwiaty, 1995, 23: 19. Współautorka Krause J.
73. Niedoceniane peperomie. Kwiaty, 1995, 4: 14–15.
74. Nowe rośliny ozdobne w Europie Zachodniej. Ogrodnictwo, 1996, cz. I – 2: 26–27; cz. II – 3: 26–27.
75. Pospornica japońska. Hasło Ogrodnicze, 1996, 4: 46–48.
76. Torenia Fourniera – nowa roślina ozdobna. Owoce Warzywa Kwiaty, 1996, 10: 15.
77. *Wollemia nobilis* – nowe drzewo iglaste. Biuletyn Informacyjny Polskiego Towarzystwa Nauk Ogrodniczych, 1996, 4: 8.
78. *Pycnostachys* – nowa roślina ozdobna na kwiat cięty. Ogrodnictwo, 1997, 1: 29.
79. Nowe odmiany roślin ozdobnych. Ogrodnictwo, 1997, 3: 20–23.
80. Syzygium wiechowate – do dekoracji wnętrz i na zieleń ciętą. Owoce Warzywa Kwiaty, 1997, 14: 20.
81. Liriope – interesująca bylina. Ogrodnictwo, 1997, 4: 27–28. Współautorka Strzelecka K.
82. *Osteospermum* – roślina ozdobna o wszechstronnym zastosowaniu. Ogrodnictwo, 1997, 5: 30–31. Współautorka Strzelecka K.
83. *Acer platanoides* L. ‘Autumn Red’ a new cultivar of Norway maple. Rocznik Dendrologiczny 1998, 46: 65–66.
84. Melampodium błotne nowa w Polsce roślina ozdobna. Owoce Warzywa Kwiaty, 1998, 16: 20. Współautorka Strzelecka K.
85. Iksora – kapryśny klejnot. Kwietnik, 2000, 2: 21–23.
86. Ołownik. Kwietnik, 2000, 5: 13–15.
87. *Fabiana imbricata* Ruiz et Pav. – nowa roślina ozdobna. Roczniki AR w Poznaniu, 2000, 323, Ogrodnictwo 31, cz. II: 193–196.
88. *Ptilotus exaltatus* Nees 1845 – nowa w Europie roślina ozdobna. Roczniki AR w Poznaniu, 2000, 323, Ogrodnictwo 31, cz. II: 197–202.
89. Australia – źródłem nowych roślin ozdobnych. Biuletyn Informacyjny PTNO, 2000, 10: 11–12.
90. Rośliny cebulowe i bulwiaste dziko rosnące w Polsce. Roczniki AR w Poznaniu, 2001, 332, Ogrodnictwo 33: 25–38.
91. Nowości doniczkowe. Rodem z południowej półkuli (*Boronia heterophylla* i *Fabiana imbricata*). Hasło Ogrodnicze, 2002, 10: 70–71.



92. Nowy sposób uprawy rozchodnika okazałego (*Sedum spectabile* Boreau) jako rośliny doniczkowej. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 2002, 483: 31–37.
93. Prusznik – egzotyczny krzew ozdobny. Uprawa i Ochrona Drzew, 2002, 9: 27–31.
94. Pomocnik baldaszkowaty [*Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton] i jego rozmnażanie wegetatywne. Erica Polonica, 2002, 13: 7–16. Współautor Górnik A.
95. Kasja złotem obsypana. Kwietnik, 2003, 8: 14–16.
96. Mało znana atrakcyjna roślina (piątak lancetowaty). Rośliny Ozdobne, 2004, 3: 11.
97. Czystek laurowy (*Cistus laurifolius* L.) w Gdańsku. Rocznik Dendrologiczny, 2004, 52: 137–142. Współautor Garbalewski A.
98. Wrzośce w doniczkach, cz. I – Gatunki i odmiany. Hasło Ogrodnicze, 2005, 4: 160–163; cz. II – Zasady uprawy, 5: 150–154.
99. Roślina warta uwagi: Ruselia skrzypowata. Hasło Ogrodnicze, 2005, 10: 162.
100. Roślina warta uwagi: Korokia irgowata. Hasło Ogrodnicze, 2005, 11: 150.
101. Wilczomlecz lśniący. Hasło Ogrodnicze, 2005, 12: 151.
102. Protea i rośliny pokrewne. Biuletyn Informacyjny PTNO, 2005, 15: 15–16.
103. *Kalmiopsis leachiana* – unikat wśród roślin wrzosowatych. Erica Polonica, 2005, 16: 59–64.
104. Zielistka storczykowata. Rośliny Ozdobne, 2006, 2: 37.
105. Roślina warta uwagi: Koprosma ‘Fire Burst’. Hasło Ogrodnicze, 2006, 5: 182.
106. Buwardia na kwiaty cięte. Rośliny ozdobne, 2006, 5: 18–20. Współautorka Szczepaniak S.
107. Roślina warta uwagi: Chryzotemis piękny. Hasło Ogrodnicze, 2006, 11: 154.
108. Pieris japoński w pojemnikach. Erica Polonica, 2006, 17: 51–57.
109. Przegląd bylin ozdobnych rosnących dziko w Izraelu. Roczniki AR w Poznaniu 2007, 383, Ogrodnictwo 41: 23–28.
110. Roślina warta uwagi: *Metrosideros*. Hasło Ogrodnicze, 2008, 3: 179.
111. Roślina warta uwagi: *Chamaelaucium*. Hasło Ogrodnicze, 2008, 5: 205.
112. Roślina warta uwagi: Maczugowiec gładki (*Corynocarpus laevigatus*). Hasło Ogrodnicze, 2008, 10: 143.
113. Ozdobne szparagi i ich prawidłowe nazwy. Hasło Ogrodnicze, 2009, 5: 177–181 i 193.
114. Drzewa mniej znane: Dawidia chińska. Zieleń Miejska, 2009, 4: 20.
115. Drzewa mniej znane: Ambrowiec amerykański. Zieleń Miejska, 2009, 6: 26.
116. Drzewa mniej znane: Brzoza Maksymowicza. Zieleń Miejska, 2009, 9: 31.

#### **Książki i monografie**

1. Aklimatyzacja różaneczników *Rhododendron* ‘Catawbiense – Hybridum’ i *Rh.* ‘Cunningham’s White’ w Polsce. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy Naukowe, Zeszyt 102: 1–74. Poznań 1980.
2. Różaneczniki. Wydanie I, stron 248 + 24 barwne fotografie, 1983; wydanie II, stron 383 + 24 barwne fotografie, 1991. PWRiL, Warszawa.
3. Róże. 110 odmian. PWRiL, Warszawa 1992, stron 230 z barwnymi portretami 110 odmian. Współautorzy: Jerzy M. i Żyła S.
4. Krzewy i drzewa liściaste w ogrodzie. PWRiL, Warszawa 1995, stron 160.

5. Rośliny ozdobne do dekoracji wnętrz. Paprotniki, nagozalążkowe, okrytozalążkowe – dwuliścienne. Wyd. AR w Poznaniu. Poznań 1996, stron 211 + 5 obustronnie barwnych wklejek.
6. Liściaste krzewy ozdobne o wszechstronnym zastosowaniu, cz. 1. 2005, stron 223; cz. 2. 2006, stron 200. PWRiL, Oddział w Poznaniu.
7. Rośliny uprawiane na zieleni ciętą. PWRiL, Oddział w Poznaniu, 2006, stron 179 + 65 barwnych fotografii.
8. Magnolie. Wyd. Plantpress, Kraków 2007, stron 98 + 82 barwne fotografie.
9. Wrzosa, wrzośce i inne rośliny wrzosowate. PWRiL, Oddział w Poznaniu, 2008, stron 236 + 49 barwnych fotografii.

# 19. *Pędzenie i przyspieszanie kwitnienia roślin ozdobnych*

---

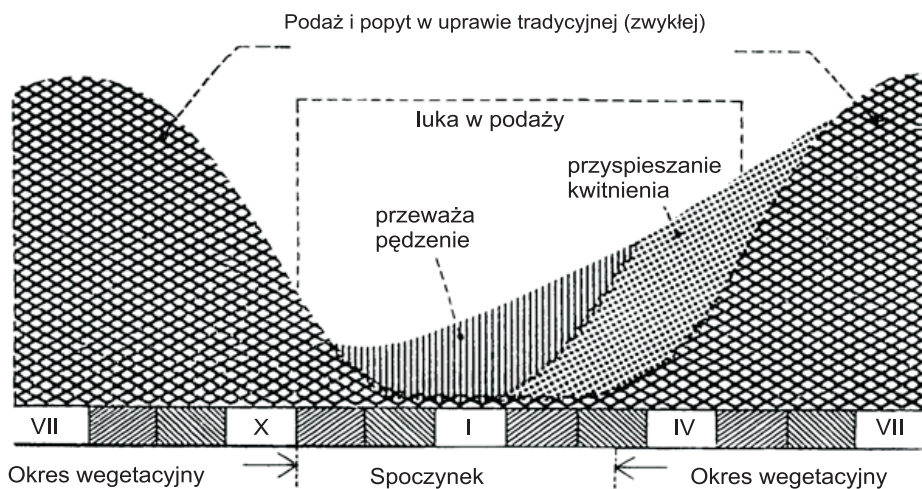
Każdy gatunek rośliny charakteryzuje się specyficznym okresem wzrostu, kwitnienia i spoczynku. Ogrodnicy od dawna próbowali zmieniać zwłaszcza sezonowość kwitnienia i zmuszać niektóre rośliny do kwitnienia wtedy, kiedy kwiatów jest mało, na przykład zimą i na przełomie zimy-wiosny. Postępy w tym względzie zwiększały się w miarę poznawania istoty stanu spoczynku roślin. Wykazano, że istnieją dwa okresy spoczynku: **bezwzględny**, czyli naturalny lub autonomiczny i **względny**. **Spoczynek bezwzględny** uwarunkowany jest wewnętrznymi (fizjologiczno-biochemicznymi) przemianami, jakie nastąpiły w roślinie po zakończeniu jej okresu wegetacji. Spoczynek ten jest niezależny od pory roku i przechodzą go wszystkie rośliny dwuletnie i wieloletnie (lub ich części). U różnych gatunków w naszych warunkach klimatycznych może on zachodzić latem, np. u tulipanów, latem i jesienią, np. u lilaków (*Syringa* sp. div.) oraz jesienią i zimą – u większości drzew i krzewów (ryc. 27). Podczas jego trwania wyróżnia się fazę wstępną, środkową i końcową. Według propozycji Johannsena (cyt. z Chmiela 1993) u lilaka faza wstępna trwa od czerwca do końca sierpnia, środkowa – od początku września do końca października i końcowa – w listopadzie i grudniu. Spoczynek ten jest jednak bardzo głęboki i zmuszenie rośliny do kwitnienia w tym okresie jest bardzo trudne. Aby to osiągnąć, należy dokonać kilku zabiegów w określonej kolejności, przerywających spoczynek. Udana osiągnięcie ogrodnicy nazywają **pędzeniem roślin**. W końcu stycznia u większości roślin uprawianych u nas w gruncie spoczynek naturalny ustępuje, a rozpoczyna się **spoczynek względny**. Rośliny są już wtedy gotowe do rozpoczęcia wzrostu i kwitnienia, lecz jest to niemożliwe ze względu na zbyt niską temperaturę. Ale całe rośliny lub ścięte z nich pędy przeniesione do pomieszczenia ciepłego rozkwitają stosunkowo szybko bez specjalnych zabiegów. Jest to **przyspieszanie kwitnienia**. Im później zimą wnosi się rośliny lub ścina gałęzie, tym kwitną po krótszym czasie.

Pierwsze próby przerywania spoczynku i doprowadzenia roślin do pędzenia przeprowadzono na początku ubiegłego wieku. Dotyczyły one przede wszystkim konwalii majowej, tulipanów i hiacyntów. Obecnie pędzenie i przyspieszanie kwitnienia ma duże znaczenie, dzięki czemu rynek może być zaopatrzony w kwiaty od końca października do końca kwietnia, gdy jeszcze niedawno w tym okresie występowała luka w podaży, czyli była ona niewystarczająca. Najłatwiej zmusić rośliny do kwitnienia w końcowej fazie spoczynku bezwzględnego i w czasie spoczynku względnego.

W praktyce ogrodniczej do przerywania spoczynku bezwzględnego stosowano różne metody. Najwcześniej wykorzystywano do tego celu **cjanowodór** i **eter** (Chmiel 1993). Wadą ich jest niebezpieczeństwo wybuchu par eteru przy zetknięciu się z ogniem i silne właściwości trujące obydwóch gazów, dlatego obecnie nie są używane. Praktykowane bywa jeszcze czasami przerywanie spoczynku **metodą ciepłych kąpielii i pary**



**wodnej.** Przerwanie spoczynku metodą ciepłych kąpielí polega na umieszczeniu całych roślin lub ich pędów na 9–12 godzin w wodzie o temperaturze 30–40°C. Czas trwania kąpielí zależy od pory pędzenia i gatunku pędzonych roślin. Do przerwania spoczynku konwalii majowej należy stosować przez 12–14 godzin kąpiel w wodzie o temperaturze: 40°C od 6 XI do 15 XI, 37,5°C od 16 XI do 24 XI, 35°C od 25 XI do 4 XII i 32,5°C od 5 XII do 20 XII. Przerwanie spoczynku za pomocą pary wodnej, np. bzu lilaka polega na umieszczeniu roślin w gorącej szklarni o temperaturze 43°C i zraszaniu ich co pół godziny. W nocy temperaturę można obniżyć do 30°C i zraszać rzadziej. Taka wysoka temperatura jest niezbędna do przerwania spoczynku na początku października. W listopadzie taki sam efekt zapewnia temperatura 38°C, w grudniu 33°C, a w styczniu wystarczy 28°C. Utrzymanie podanych reżimów termicznych jest konieczne w ciągu pierwszego tygodnia. Potem można temperaturę stopniowo obniżać, zatrzymując na 16°C, gdy rośliny zaczynają kwitnąć.



**Ryc. 27.** Pędzenie i przyspieszenie kwitnienia zwiększa podaż roślin ozdobnych podczas okresu spoczynku (Rupprecht 1965)

Obecnie częściej przerywa się spoczynek przez **zamrażanie** (przemrażanie) lub **schładzanie roślin**, gdyż jest to najbardziej naturalna metoda. Rośliny przeznaczone do pędzenia, o nie zakończonym spoczynku bezwzględny, umieszcza się na 2 do 10 tygodni w chłodni o temperaturze od 2 do 5°C. Czas oddziaływania obniżoną temperaturą zależy od gatunku rośliny, spoczynku i jego fazy. Po zakończeniu schładzania poddaje się rośliny normalnemu zabiegowi pędzenia, czyli działaniu temperatury odpowiedniej dla danego gatunku. Do przerwania spoczynku konwalii majowej na przełomie października–listopada kłącza należy przechowywać w temperaturze –2°C przez 2–3 tygodnie. Następnie pędzi się je przy 22–23°C. Chłodnie przeznaczone do przechowywania i schładzania roślin ozdobnych powinny odznaczać się dużą wilgotnością i być wolne od etylenu.

Przerywanie spoczynku jest możliwe także w wyniku stosowania **regulatorów roślinnych**. Najczęściej używane są: gibereliny, etefon, IBA, NAA, IAA, 2,4D, BA, kinetyna i inne. Substancje te można stosować oddzielnie lub zmieszane ze sobą w odpowiednich stężeniach. W przerywaniu spoczynku konwalii dobre wyniki daje moczenie jej pąków (nie korzeni!) przez 12–24 godzin w roztworze gibereliny o stężeniu 500–1000 ppm (0,05–0,1%).

## 19.1. Pędzenie najważniejszych roślin cebulowych i bulwiastych

Na kwiat cięty pędzi się najczęściej tulipany, narcyzy i lilie.

**Tulipan.** Do pędzenia przeznacza się cebule najwyższej jakości, wyprodukowane w gospodarstwach specjalistycznych. Realizowane jest ono przeważnie dwoma metodami „+9°C” i „+5°C”. Są to temperatury, w których cebule przed pędzeniem muszą być chłodzone. Do bardzo wczesnego pędzenia jak najszybciej po zbiorze cebule należy poddać działaniu temperatury 34°C. Przyspiesza to tworzenie się zawiązków liści i pośrednio sprzyja wykształceniu zawiązków kwiatów. Tworzą się one najszybciej w temperaturze 17–20°C, której poddaje się cebule przez około 3 tygodnie, aż do powstawania słupków, czyli do tzw. **stadium G**. Tak przygotowane cebule nazywa się **preparowanymi**.

**Pędzenie metodą „+9°C”.** Po stwierdzeniu, że cebule osiągnęły stadium G (u kilku wylosowanych cebul po ostrożnym usunięciu soczystych łusek, za pomocą binokularu lub lupy sprawdza się, czy słupek jest już wykształcony), poddaje się je chłodzeniu w temperaturze +9°C przez 14–20 tygodni. W pierwszej części tego okresu są one ułożone luzem w skrzynkach (chłodzenie „na sucho”), w drugiej – posadzone i umieszczone w tzw. dołowniku lub pomieszczeniu służącym do ukorzeniania. Sadzenie cebul rozpoczyna się u nas od października. Od grudnia temperatura w dołowniku powinna wynosić jednak tylko 5°C, a od połowy stycznia 0,5 do 2°C. Obniżenie temperatury zapobiega nadmiernemu wydłużaniu się łodyg i liści. Do pędzenia tą metodą w terminie bardzo wczesnym nadają się tylko cebule największe, o obwodzie powyżej 12 cm, a w późniejszym – także o obwodzie 11–12 cm.

Cebule umieszcza się w skrzynkach napęcznionych ziemią z pola, najlepiej mało zasobną w składniki pokarmowe z dodatkiem piasku, aby było lekkie i przepuszczalne, o pH 6,5–7,5. Wskazana jest dezynfekcja chemiczna lub termiczna (parowanie) ziemi. Jako podłoże może także służyć substrat torfowy o pH 6,2–6,5. Kwaśny torf powinien być wcześniej zwapnowany, gdyż brak wapnia sprawia, iż rośliny przed kwitnieniem łamią się i przewracają.

Termin umieszczania cebul w podłożu zależy od planowanego terminu kwitnienia (tab. 55, 56). Wykorzystuje się w tym celu skrzynki po owocach, tzw. „bułgarki” lub różne pojemniki plastikowe. Cebule ostrożnie wciska się w podłoże, pozostawiając ich wierzchołek nie przykryty. Następnie skrzynki umieszcza się w dołownikach lub w specjalnym pomieszczeniu do ukorzeniania. Dołownikiem może być inspekt lub dół, których ziemię wybiera się na głębokość 30 cm. Ze względu na niebezpieczeństwo rozprzestrzeniania się chorób dołownik należy co roku zmieniać. Skrzynki ustawione na dnie dołownika i odpowiednio oznaczone (odmiany i terminy pędzenia) przykrywa się cienką warstwą piasku, a następnie wybraną wcześniej ziemią, warstwą grubości 20 cm. Po nadejściu

mrozów dołownik z cebulami przykrywa się dodatkowo torfem lub liśćmi. Ze względu na trudność związaną z utrzymywaniem równomiernej i optymalnej temperatury do ukorzenia cebul oraz z wyjmowaniem i przenoszeniem skrzynek w razie wystąpienia silnych mrozów, coraz częściej ukorzenia się cebule, np. w piwnicach, barakach lub innych pomieszczeniach. Pomieszczenia te należy wyposażyć w termoregulatory i wentylatory oraz w regały, na których ustawia się skrzyнки. Wilgotność powietrza powinna wynosić 90–100%. Co 10–14 dni podlewa się ukorzeniane cebule, a potem młode rośliny i kontroluje ich zdrowotność. Ukorzenianie cebul odbywa się w ciemności, a światło zapala się tylko podczas wykonywania zabiegów pielęgnacyjnych.

Do pędzenia w szklarni przenosi się tulipany, gdy ich liście mają 6–8 cm długości, chroniąc je przed mrozem i ustawia na stołach w pełnym świetle. W ciągu kilku dni utrzymuje się temperaturę 15–16°C, następnie 18°C, a przed kwitnieniem obniża się ją o 2–3°C, aby pąki były intensywniej zabarwione. Niektóre odmiany z grupy pojedynczych późnych wymagają na początku kwitnienia temperatury 20–22°C, którą się później obniża do 18°C, a następnie do 15°C. Rośliny podlewa się codziennie rano, aby podłoże było wilgotne. Podczas dni słonecznych szklarnię należy wietrzyć, aby nie dopuścić do nadmiernego wzrostu temperatury. Tulipany pędzone w terminie bardzo wczesnym zakwitają po około 4 tygodniach od przeniesienia skrzynek do szklarni. W lutym i marcu pędzenie trwa tylko 16–18 dni. Do cięcia kwiatów przystępuje się, gdy pąki są jeszcze całkowicie zamknięte, ale barwa działek okwiatu jest już wyraźnie widoczna. Czynność tę wykonuje się codziennie rano, bo wtedy kwiaty mają największy turgor. Ścięte kwiaty dzielone są na 3 wybory. Do wyboru I zalicza się pędy kwiatowe o długości minimum 35 cm, a pąk musi mieć co najmniej 6 cm; do II – 30 i 5 cm, do III – 25 i 4 cm. Pędy muszą być sztywne, a w wyborach I i II mieć co najmniej dwa normalnie wykształcone i zdrowe liście.

Do pędzenia metodą „+9°C” przydatne są odmiany wymienione w tabeli 56.

Tabela 55

Terminarz pędzenia tulipanów metodą „+9°C” (Krause 1991)

Termin kwitnienia	Termin sadzenia	Temperatura podczas przechowywania cebul	Temperatura podczas ukorzenia cebul
Bardzo wczesny (XII)	około 1 X	7 dni 34°C do stadium „G” 20°C 1–2 tyg. 17–20°C do sadzenia 9°C	9°C
Wczesny (I)	15 X	do stadium „G” 20°C do rozpoczęcia chłodzenia 17°C do sadzenia 9°C	9°C
Średnio wczesny (II)	15 X – 1 XI	do 1 IX 20°C do rozpoczęcia chłodzenia 17°C do sadzenia 9°C	do XII 9°C XII 5°C I 2°C
Późny (III)	XI	do 1 IX 20–23°C do 15 X 20°C do sadzenia 17°C	do XII 9°C XII 5°C I i II 2 do 0,5°C

Ważniejsze odmiany tulipanów do pędzenia metodą „+9°C” (Krause 1991, zmienione)

Odmiany	Liczba tygodni przemywania cebul 17-20°C od stadium G do chłodzenia	Najwcześniejszy termin rozpoczęcia pędzenia	Termin rozpoczęcia pędzenia										Grupa
			k. XI – poł. XII*		17 XII – 24 I		24 I – 24 II		24 II – 24 III		Grupa		
			liczba tygodni chłodzenia cebul w temp. 9°C	czas trwania pędzenia w dniach**	liczba tygodni chłodzenia cebul w temp. 9°C	czas trwania pędzenia w dniach**	liczba tygodni chłodzenia cebul w temp. 9°C	czas trwania pędzenia w dniach**	liczba tygodni chłodzenia cebul w temp. 9°C	czas trwania pędzenia w dniach**			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
<b>Czerwone</b>													
'Arma'	2	3 II					19	25	18	21	Crispa		
'Apeldoorn'	2	15 I		20	20	25	19	22	19	18	mieszance Darwina		
'Capri'	2	20 XII		16	16	30	16	25	15	21	Triumph		
'Ile de France'	2	10 I		16	16	24	16	20	15	18	Triumph		
'Oxford'	2	26 I		20	20	25	19	21	18	20	mieszance Darwina		
'Parade'	2	15 I		20	20	25	19	22	18	20	mieszance Darwina		
'Prominence'	1	10 XII	16	26	16	23	16	21	16	19	Triumph		
'Red Riding Hood'	4	24 II							19	20	Greigii		
<b>Żółte i pomarańczowe</b>													
'Golden Apeldoorn'	2	15 I		20	20	25	19	22	19	18	mieszance Darwina		
'Golden Oxford'	2	26 I		20	20	25	19	21	18	20	mieszance Darwina		
'Golden Parade'	2	15 I		18	18	24	17	21	17	20	mieszance Darwina		

Tabela 56 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
'Monte Carlo'	2	1 XII	15	28	15	26	15	23	14	18	pełne wczesne Triumph
'Princes Irene'	3	5 II					20	25	19	21	Triumph
'Yokohama'	3	20 XII			18	28	17	26	17	24	Triumph
<b>Białe</b>											
'Pax'	1	15 XII	16	23	15	23	14	21	14	19	Triumph
'White Dream'	4	12 I			16	24	15	22	14	21	Triumph
<b>Różowe</b>											
'Angelique'	3	5 II			18	30	17	28	16	26	pełne późne pojedyncze wczesne Triumph
'Apricot Beauty'	2	1 XII	15	24	15	22					
'Blenda'	2	18 XII	16	26	16	23	15	21	15	20	Triumph
'Christmas Marvel'	2	4 XII	15	25	15	20	15	18	14	18	pojedyncze wczesne Triumph
'Don Quichote'	3	5 I			18	30	18	26	17	24	Triumph
<b>Lila</b>											
'Attila'	4	2 I			17	28	17	26	16	22	Triumph
'Gander'	1	1 XII	14	29	14	26					pojedyncze późne Triumph
'Negrita'	3	15 II					19	20	19	17	Triumph
<b>Dwubarwne (z obwódka):</b>											
'Apeldoorn's Elite'	2	15 I			20	25	19	22	19	18	mieszaniec Darwina Triumph
'Kees Nelis'	2	29 XII	15	28	15	25	14	23	14	20	Triumph
'Leen van der Mark'	1	1 XII	16	26	16	22	16	19	16	17	Triumph
'Lustige Witwe'	1	12 XII	16	25	16	20	15	19	15	18	Triumph

\* Poczatek pedzenia zależy od terminu osiągnięcia stadium G. \*\* Długość okresu pedzenia do zakwitnięcia ostatniego kwiata.

Ważniejsze odmiany tulipanów do pędzenia metodą „+5°C” (Krause 1991)

Odmiany	Liczba tygodni przechowywania cebul w 20°C od stadium „G” do chłodzenia	Termin sadzenia cebul																				
		druga połowa X		XI		XII i I		II		czas trwania pędzenia w dniach	liczba tygodni chłodzenia cebul											
		liczba tygodni chłodzenia cebul	czas trwania pędzenia w dniach	liczba tygodni chłodzenia cebul	czas trwania pędzenia w dniach	liczba tygodni chłodzenia cebul	czas trwania pędzenia w dniach	liczba tygodni chłodzenia cebul	czas trwania pędzenia w dniach													
<b>Czerwone</b>																						
'Apeldoorn'	0	12	60	12	56	12	12	12	50	12	12	12	12	12-14	42							
'Diplomate'	5	-	-	12	55	12	12	12	50	12	12	12	12	12-14	40							
'Oxford'	5	-	-	12	56	12	12	12	45	12	12	12	12	12-14	40							
'Parade'	5	-	-	12	60	12	12	12	50	12	12	12	12	12-14	42							
'Prominence'	2	9	63	10-12	50	12	12	12	40	12	12	12	12	12-14	35							
<b>Żółte i pomarańczowe</b>																						
'Golden Apeldoorn'	0	12	60	12	56	12	12	12	50	12	12	12	12	12-14	42							
'Golden Oxford'	5	-	-	12	56	12	12	12	45	12	12	12	12	12-14	40							
'Golden Parade'	5	-	-	12	60	12	12	12	50	12	12	12	12	12-14	42							
<b>Białe</b>																						
'Pax'	2	9	52	10-12	45	12	12	12	40	12	12	12	12	12-14	38							
'White Dream'	5	-	-	12	50	12	12	12	44	12	12	12	12	12-14	35							
<b>Różowe</b>																						
'Apricot Beauty'	2	9	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
'Christmas Marvel'	3	9	50	10-2	45	12	12	12	40	12	12	12	12	12-4	37							
<b>Lila</b>																						
'Attila'	4	-	-	12	55	12	12	12	50	12	12	12	12	12-14	42							
'Gander'	2	-	60	10-12	50	12	12	12	-	12	12	12	12	-	-							
<b>Dwubarwne</b>																						
'Apeldoorn's Elite'	0	12	60	12	56	12	12	12	50	12	12	12	12	12-14	42							
'Kees Nelis'	3	-	-	12	56	12	12	12	50	12	12	12	12	12-14	40							

**Pędzenie metodą „+5°C”** umożliwia sadzenie cebul od razu na zagony z pominięciem pracochłonnego umieszczania ich do skrzynek i dołowania. Możliwe jest także dokładne wyznaczenie terminu kwitnienia (tab. 57, 58). Cebule do sadzenia przed 1 grudnia należy wykopać w połowie czerwca, gdy liście są jeszcze zielone, a łuska zewnętrzna cebuli biała. Po szybkim dosuszeniu i oczyszczeniu cebule przygotowuje się, aby zawiązki kwiatów były w pełni wykształcone i osiągnęły stadium „G” już w końcu lipca i zaraz można rozpocząć chłodzenie, np. odmiany ‘Apeldoorn’ i jej sportów. Inne odmiany wymagają jeszcze przechowywania w temperaturze 17–20°C przez 1–5 tygodni. Od początku grudnia zamiast chłodzenia w temperaturze 5°C stosuje się temperaturę 2°C. Do pędzenia tą metodą używa się cebul o obwodzie co najmniej 12,5 cm.

Tabela 58

Polskie odmiany tulipanów do pędzenia (Jerzy, Zalewska 1986/87)

Odmiana	Najwcześniejszy termin rozpoczęcia pędzenia		Grupa
	metodą standardową	metodą „+5°C”	
‘Biała Dama’	**15 XII	1 XII	pojedyncze wczesne
‘Giewont’	**15 I	**1 I	pojedyncze późne
‘Izabella’	**15 XII	15 XII	Triumph
‘Janosik’	**10 I	**1 XII	mieszance Darwina
‘Joanna’	**15 I		mieszance Darwina
‘Karłowicz’	10 I	**1 XII	Triumph
‘Kmicic’	10 I	1 XII	Triumph
‘Krakus’	**15 XII	1 XII	Triumph
‘Mazowsze’	15 XII		pojedyncze wczesne
‘Moniuszko’	**10 I	15 XII	Triumph
‘Nysa’	**1 I	**1 XII	Triumph
‘Oleńka’	** 10 I		Triumph
‘Polka’	** 10 I	1 XII	mieszance Darwina
‘Prof. Wóycicki’	**15 XII	–	Triumph
‘Szymanowski’	**1 II	**1 I	mieszance Darwina

\* Odmiana do uprawy w doniczkach.

\*\* Odmiana nadaje się do pędzenia przy sztucznym świetle.

Podłoże na zagonach musi być głęboko spulchnione i starannie wyrównane, aby podczas podlewania woda wsiąkała równomiernie. Przed sadzeniem cebul należy je także obficie podlać, aby korzenie mogły się szybko rozwijać. Cebule sadzi się bezpośrednio po zakończeniu chłodzenia. Zdjęcie przedtem suchej łuski okrywającej ułatwia ukorzenianie się cebul. Zwykle cebule układa się na powierzchni zagonu, potem przykrywa je podłożem, a wierzch wykłada cienką warstwą torfu, aby nie ulegało zaskorupieniu. Niezależnie od metody pędzenia cebule przed sadzeniem zaprawia się środkiem grzybobójczym. Wierzchołki cebul powinny być przykryte warstwą podłoża grubości około 1 cm. Ukorzenianie cebul trwa 2–3 tygodnie. W bardzo wczesnych terminach pędzenia

temperaturę podłoża utrzymuje się na poziomie 16°C, a w późniejszych – 13 do 14°C. Po ukorzeniu się cebul temperaturę szklarni podwyższa się z 13°C do 15–16°C. Na 1 m<sup>2</sup> zagonu można umieścić 175–200 cebul.

Cebule chłodzone metodą „+5°C” można także pędzić w skrzynkach. Najpierw, przez około 2 tygodnie pozostają one w pomieszczeniu do ukorzenia, po czym są wnoszone do szklarni.

Tulipany pędzone na zagonie w podłożu mało zasobnym zaleca się zasilac 2–3-krotnie saletrą wapniową w dawce 10–12 g nawozu na 1 m<sup>2</sup>, co 7 dni. Pierwsze dokarmianie następuje wkrótce po ukorzeniu się cebul. Pędzenie tulipanów opisaną metodą trwa w zależności od odmiany i terminu 35–60 dni. To samo miejsce w szklarni można od października do marca wykorzystać tylko dwa razy (Krause 1991).

**Pędzenie w wodzie** wprowadzane jest w Holandii od 1997 roku. Z tej uprawy hydroponicznej pochodzi obecnie 40% pędzonych w Holandii tulipanów. Według zaleceń cebule chłodzi się najpierw „na sucho” w chłodni o temperaturze 7–8°C w ciągu około 6 tygodni. Następnie „sadzi się” w palety i nadal chłodzi bez wody. Po 1–3 tygodniach, w zależności od odmiany, nalewa się wodę i przez 3–4 tygodnie skrzynki z cebulami tulipanów przebywają w chłodni, w temperaturze 5°C. Gdy nowo wyrosłe korzenie z piętki cebul mają 4 cm długości rozpoczyna się pędzenie w szklarni. We wczesnych terminach pędzenia utrzymuje się w szklarni najpierw temperaturę 21°C i stopniowo obniża do 16°C. Pędzenie od lutego odbywa się już w temperaturze 16–18°C. Do pędzenia w wodzie zalecane są m.in. odmiany: ‘Bastogne’, ‘Ben van Zanten’, ‘Coquette’, ‘Ile de France’, ‘Inzell’, ‘Purple Prince’, ‘Silver Dollar’, ‘Yokohama’, a spośród pełnokwiatowych ‘Abba’, ‘Monte Carlo’ i ‘Viking’. U odmian bardziej wrażliwych na brak dostatecznej ilości tlenu w wodzie bakterie powodują śluzowatość korzeni. U niektórych odmian podczas pochmurnej pogody występuje tzw. pocenie się liści wskutek niedostatecznej transpiracji. Trzeba wtedy zmniejszyć pobieranie wody przez podwyższenie jej przewodnictwa (EC). Przy użyciu dozowników podaje się saletrę wapniową szklarniową i chlorek wapnia. Skrzynki z wodą są lżejsze – ważą 10 kg, a wypełnione tradycyjnym podłożem 18 kg, pędzenie w wodzie jest krótsze o kilka dni, zbiór bardzo łatwy a kwiaty czyste. Do przedłużania trwałości ciętych tulipanów stosuje się w Holandii preparat Chrysal BVB Plus, który zapobiega żółknięciu liści i wydłużaniu się górnego międzywęzła.

**Pędzenie metodą „ice”** bywa coraz częściej stosowane przez polskich producentów. Z cebul zamrożonych uzyskuje się kwitnienie we wrześniu i październiku. Cebule o obwodzie powyżej 12 cm przechowuje się do połowy września w temperaturze 23°C, a do połowy lub do końca października w temperaturze 20°C. Następnie sadzi się je w skrzynkach i umieszcza w chłodni w temperaturze 7°C. Po upływie 3–4 tygodni trzeba stopniowo obniżyć temperaturę do 0°C i w takich warunkach przechowywać cebule przez dalsze 3 tygodnie. W tym czasie rozwinię się silny system korzeniowy i pojawią się tutkowato zwinięte liście. Nie można dopuścić do przeschnięcia podłoża, dlatego dopiero po podlaniu roślin owijają się sterty skrzynek folią i ustawia w chłodni o temperaturze minus 1,5°C. W takich warunkach można je przechowywać do **sierpnia-września następnego roku**. Pędzenie w szklarni trwa zaledwie kilkanaście dni. Dobrej jakości kwiaty otrzymuje się w temperaturze nie wyższej niż 18°C i pełnym dostępie światła. Do pędzenia tą metodą nadają się tylko nieliczne odmiany, u większości długotrwałe mrożenie powoduje chlorozę liści.



Ze względu na wysokie koszty produkcji, firmy holenderskie wykorzystują do wczesnojesiennego pędzenia cebule wyprodukowane we Francji i Nowej Zelandii. W tym drugim kraju cebule wykopuje się w styczniu, statkiem dostarcza do Holandii i sadi w maju-czerwcu do pędzenia. Dalej postępuje się tak, jak podczas przygotowania tulipanów „ice”, ale nie trzeba skrzynek owijać folią, a temperaturę obniża się tylko do minus 0,5°C. Pędzenie w szklarni odbywa się w temperaturze 16°C (Krause 2003).

**Narcyz. Pędzenie metodą „+9°C”.** Cebule przeznaczone do bardzo wczesnego pędzenia zbiera się na przełomie czerwca i lipca. Należy je poddać preparowaniu i chłodzeniu (tab. 59, 60, 61). Gdy po przekrojeniu cebuli widać wykształcony przykoronek, wówczas przystępuje się do ich chłodzenia w temperaturze 9°C. Większość odmian wymaga chłodzenia w ciągu 16 tygodni, jest to łączny okres chłodzenia cebul „na sucho”, czyli do czasu sadzenia i podczas ukorzenia w dołowniku lub specjalnym pomieszczeniu. Cebule przeznaczone do pędzenia późnego, na luty i marzec, wystarczy, gdy są poddane wymienionej temperaturze tylko podczas ukorzenia, czyli około 14 tygodni i potocznie nazywane są niechłodzonymi. Podłoże do pędzenia powinno być mało zasobne i przepuszczalne o pH 6,0–7,0. Jednak zaopatrzenie ukorzenionych cebul, a potem roślin w wapń jest konieczne. Do pędzenia na grudzień i styczeń nadają się tylko cebule podwójne. Cebule małe i płaskie kwiatów nie tworzą. Cebule sadi się zaraz po chłodzeniu, od końca września do listopada (tab. 61). Narcyzy pędzone od grudnia do marca sadi się do skrzynek głębszych niż dla tulipanów, gdyż mają długi system korzeniowy. Umieszcza się cebule w rozstawie 8–10 × 10–12 cm, z wierzchołkami wystającymi ponad powierzchnię podłoża. Następnie skrzynki z cebulami umieszcza się w dołowniku lub pomieszczeniu do ukorzenia. Ukorzenie najszybciej następuje w temperaturze 9–10°C, od połowy grudnia – przy 5°C, a pod koniec przy 2°C. Obniżenie ciepłoty zapobiega nadmiernemu wydłużaniu się liści i pędów kwiatowych. Gdy liście mają długość 6–8 cm, przystępuje się do pędzenia, przenosząc skrzynki do widnej szklarni o temperaturze 10°C. Następnie podnosi się ją stopniowo w ciągu 2–3 dni do 16–18°C. Zaopatrzenie w wodę powinno być optymalne.

W terminie bardzo wczesnym i wczesnym pędzenie trwa około 4 tygodni, a od lutego 3 tygodnie. Do zbioru kwiatów przystępuje się, gdy pochwa kwiatowa pęka i ukazuje się kwiat. Do wyboru I zalicza się takie, które mają długość łodygi co najmniej 30 cm i pąka 7 cm, do wyboru II odpowiednio o wymiarach 25 cm i 5 cm. Jeśli kwiaty są już rozwinięte, to do wyboru I należą te o średnicy 9 cm, a do II – 7 cm.

**Pędzenie metodą „+5°C”.** Cebule do bardzo wczesnego pędzenia na grudzień wymagają preparowania w 34°C przez 7 dni, następnie 17°C i wreszcie chłodzenia w 5°C przez 9–10 tygodni (tab. 62). Sadi się je od połowy października na zagony w szklarni, po 75 cebul na 1 m<sup>2</sup>. Wierzchołki cebuli znajdują się 3–5 cm pod powierzchnią podłoża, którą ściółkuje się torfem grubości 1 cm. Przez pierwsze 2 tygodnie podczas ukorzenia się cebul temperatura podłoża nie powinna przekraczać 9–10°C. Po upływie tego czasu, gdy cebule są już ukorzone, podnosi się ją do 13–15°C, a temperatura powietrza powinna wynosić 15–16°C. Pędzenie narcyzów tą metodą trwa 6–10 tygodni.



Wybrane odmiany narcyzów do pędzenia w ogrzewanych szklarniach i tunelach foliowych (Krause 1991)

Odmiany	Termin rozpoczęcia pędzenia (miesiące i dekady)							Barwa działek okwiatu i przykoronka	
	XI		XII			I			
	2	3	1	2	3	1	2		3
<b>Trąbkowe</b>									
‘Dutch Master’		p					n		żółta
‘Early Glory’			p		n				biała, przykoronek – żółty
‘Golden Harvest’	p					n			żółta
‘Gold Medal’					p	n			żółta
‘Mount Hood’					p	n			biała
‘Standard Value’						n			żółta
‘Unsurpassable’				p			n		żółta
<b>Wielkoprzyko- ronkowe</b>									
‘Carlton’		p				n			złotożółta
‘Flower Record’		p					n		biała, przykoronek – żółtopomarańczowy
‘Fortune’		p			n				jasnożółta, przykoro- nek – ciemnożółty
‘Gigantic Star’							n		żółta
‘Ice Follies’							p	n	biała, przykoronek – jasnożółty
‘Yellow Sun’			p			n			jasnożółta, przykoro- nek – ciemnożółty
<b>O małym przykoronku</b>									
‘Barret Browning’	p					n			biała, przykoronek – pomarańczowo-czer- wony
<b>Pełne</b>									
‘Cheerfulness’								n	biała
‘Tahiti’								n	żółto-pomarańczowa
Cyclamineus									
‘Jack Snipe’					n				biało-żółta
‘Tete a Tete’		p				n			żółta
<b>Jonguilla</b>									
‘Baby Moon’								n	żółta
Tazetta									
‘Cragford’		p			n				biała, przykoronek pomarańczowo-czer- wony
‘Minnow’								n	biało-żółta

p – cebule preparowane

n – cebule niepreparowane

Ważniejsze odmiany narcyzów do pędzenia metodą standardową

Odmiana	Barwa kwiatów
<b>Trąbkowe</b>	
‘Dutch Master’	żółta
‘Golden Harvest’	żółta
‘Gold Medal’	żółta
‘Mount Hood’	biała
‘Standard Value’	żółta
‘Unsurpassable’	żółta
<b>Wielkoprzykoronkowe</b>	
‘Carlton’	żółta
‘Gigantic Star’	żółta
‘Flower Record’	biało-pomarańczowa
‘Fortune’	żółto-pomarańczowa
‘Ice Follies’	biało-kremowa
‘Professor Einstein’	biało-pomarańczowa
‘Yellow Sun’	żółta
<b>O małym przykoronku</b>	
‘Barret Browning’	biało-pomarańczowa
<b>Pelne</b>	
‘Dick Wilden’	żółta
‘Golden Ducat’	żółta
‘Rip van Winkle’	żółta
‘Tahiti’	żółto-pomarańczowa
<b>Triandrus</b>	
‘Havera’	żółta
<b>Cyclamineus</b>	
‘February Gold’	żółta
‘Jack Snipe’	biało-żółta
‘Jetfire’	żółto-pomarańczowa
‘Tete a Tete’	żółta
<b>Jonguilla</b>	
‘Baby Moon’	żółta
<b>Tazetta</b>	
‘Minnow’	biało-żółta

Terminarz pędzenia narcyzów metodą „+9°C”  
(Krause 1991)

Termin kwitnienia	Sposób przygotowania cebul	Termin sadzenia	Temperatura	
			uszkodzenia cebul	pędzenia
Bardzo wczesny – początek XII	34°C – tydz. 17°C – 2 tyg. 9°C – 3 tyg.	do 1 X	9°C	18°C
Wczesny – koniec grudnia początek stycznia	34°C – tydz. 17°C – 2–3 tyg. 9°C – do sadzenia	do 15 X	jak wyżej	18°C – odmiany trąbkowe 15°C – inne
Średnio wczesny – styczeń	17°C – do początku 9°C – do sadzenia	15 X	9°C obniża się do 2°C	jak wyżej
Późny – luty–marzec	17–20°C –do sadzenia	15 X – 1 XI	jak wyżej	jak wyżej

Daty początku kwitnienia\* ważniejszych odmian narcyzów pędzonych metodą „+5°C”  
(Krause 1991)

Odmiana	Termin sadzenia cebul			
	koniec października	początek grudnia	początek stycznia	koniec stycznia
	sposób przygotowania cebul			
	34°C – 7 17°C 20 5°C – 9/10 tyg.	17°C do 10–12 IX 5°C – 12 tyg.	17°C do 10–12 X 5°C – 12 tyg.	17°C do 8–10 XI 5°C – 12 tyg.
‘Carlton’	17 XII	12 I	5 I	6 II
‘Dutch Master’	11 XII	12 I	6 I	3 II
‘Flower Record’	–	12 I	10 I	–
‘Fortune’	3 XII	8 I	1 I	–
‘Golden Harvest’	9 XII	8 I	1 I	–
‘Unsurpassable’	24 XII	12 I	4 I	3 III

**Przyspieszanie kwitnienia narcyzów w nieogrzewanych szklarniach i tunelach foliowych** pozwala na uzyskanie kwiatów 2–3 tygodnie wcześniej niż z gruntu, w zależności od przebiegu warunków atmosferycznych. Cebule podwójne lub największe pojedyncze – bez specjalnego przygotowania sadi się w październiku na zagonach w liczbie około 100 na 1 m<sup>2</sup> i ściółkuje torfem lub rozdrobnioną korą sosnową. Dla zabezpieczenia cebul przed przemarzeniem zagony przykrywa się dodatkowo słomą, którą przed rozpoczęciem przyspieszania należy usunąć. Zagony można także przykryć folią dopiero na wiosnę.

Przyspieszanie kwitnienia narcyzów możliwe jest także pod folią perforowaną, bez ustawiania specjalnej konstrukcji wspierającej. Folię zdejmuje się podczas pierwszego zbioru kwiatów (Krause 1991).

**Lilia. Do pędzenia** cebule muszą być wcześniej chłodzone w temperaturze od 0,5 do 2,0°C (nie powinna przekraczać 3°C) przez co najmniej 6–8 tygodni. Chłodzi się je w skrzynkach warstwami, a każdą warstwę przesypuje wilgotnym torfem lub trocinami, aby nie wysychały. Sadzi się je następnie na zagony gruntowe, do skrzynek lub doniczek ustawionych na stołach. Podłoże powinno być próchniczne, zasobne w składniki pokarmowe i przepuszczalne, gdyż korzenie lili są bardzo wrażliwe na nadmiar wody. Cebule lili azjatyckich powinny mieć obwód co najmniej 10 cm, a trąbkowych i orientalnych przeszło 12 cm. Muszą być zdrowe i mieć silne korzenie. Lilie azjatyckie sadzone w grudniu kwitną na przełomie marca i kwietnia. Lilie trąbkowe sadzone w styczniu kwitną na przełomie kwietnia i maja, a lilie orientalne posadzone w lutym kwitną w czerwcu. W zależności od terminu pędzenia i odmiany mieszańce azjatyckie zakwitają po 65–90 dniach od posadzenia. Na 1 m<sup>2</sup> zagonu sadi się 50–70 cebul. Podczas sadzenia nie wolno skracać korzeni. Warstwa podłoża przykrywająca cebule nie może przekraczać 8 cm. Młode rośliny wymagają dużej ilości światła, stałej wilgotności podłoża i przestrzegania następujących temperatur w poszczególnych miesiącach:

	dzień	noc
I	15°C	10–12°C
II	15°C	12–14°C
III	16–18°C	14–16°C
IV	16–18°C	14–16°C
V	20°C	16–18°C.

Podczas kwitnienia temperaturę obniża się do 15°C, dla lepszego wybarwienia i zwiększenia trwałości kwiatów.

Te same cebule lili można pędzić dwukrotnie. Po ustąpieniu przymrozków cebule, które wydały kwiaty przesadza się do gruntu, a jesienią następnego roku można je ponownie użyć do pędzenia.

Mieszańce trąbkowe zakwitają po przeszło 90 dniach od posadzenia. Cebule ich o obwodzie przeszło 14 cm sadi się w styczniu w liczbie 30–40 na 1 m<sup>2</sup>. Przykrywa się je podłożem warstwą 10–12 cm.

Odmiany lili orientalnych zakwitają po około 120 dniach od posadzenia. Cebule o obwodzie przeszło 14 cm zaczyna się sadić od lutego, w liczbie 50–60 na 1 m<sup>2</sup>, na taką samą głębokość jak lili trąbkowych.

Niezależnie od grupy odmian, gdy pędy lili osiągną 10–15 cm wysokości, przystępuje się do ich zasilania. Co 10–14 dni podlewa się je 0,3% roztworem nawozu wieloskładnikowego łatwo rozpuszczalnego, w dawce 5 dm<sup>3</sup> na 1 m<sup>2</sup> zagonu.

Pędy kwiatowe lili ścina się w fazie wybarwionego pąka, wcześniej rano lub wieczorem, gdy są w pełnym turgorze. Do wyboru I są zaliczane te, które mają nie mniej niż 45 cm długości i 5 kwiatów, a do wyboru II odpowiednio 35 cm i 3 kwiaty (Mynett 1991).

Technologia pędzenia lili nie zmienia się od wielu lat, a jej doskonalenie polega przede wszystkim na bardzo starannym przygotowaniu cebul. Ponadto celowe jest przechowywanie cebul w atmosferze o niskiej zawartości tlenu (ULO). Zwiększyła się w Holandii produkcja cebul lili LA (Longiflorum × Azjatyckie) i OT (Orientalne × Trąbkowe) (Krause 2003).

**Spośród roślin cebulowych pędzonych jako doniczkowe** omówiono przykładowo tylko hiacynt, a z bulwiastych – krokus.

**Hiacynt.** Cebule przeznaczone do wczesnego pędzenia wykopuje się w pierwszej połowie czerwca. Wybiera się te o obwodzie przekraczającym 18 cm. Dla otrzymania kwitnących roślin w połowie grudnia, cebule bezpośrednio po zbiorze poddaje się działaniu temperatury 30–34°C przez kilkanaście dni. Sprzyja ona szybkiemu tworzeniu się dolnych kwiatów w kwiatostanie. Kwiaty środkowe i wierzchołkowe powstają najlepiej w temperaturze 25,5°C, trwającej 3 tygodnie. Następnie obniża się temperaturę do 20°C, do czasu wykształcenia się pręcików. Preparowanie ogółem trwa 5–6 tygodni. Do czasu sadzenia cebule przechowuje się w temperaturze 17°C. Następnie sadi się je po jednej do doniczek o średnicy 9 cm lub po trzy do doniczek o średnicy 15 cm, tak aby mniej więcej 2/3 cebuli było zagłębione w podłożu. W swoim czasie do pędzenia hiacyntów używano specjalnych doniczek stosunkowo wąskich, lecz wysokich, gdyż mają one długie pionowo rosnące korzenie. Jako podłoże może służyć ziemia liściowa z dodatkiem piasku. Podczas ukorzenia temperatura podłoża jest niska i wynosi 9–13°C dla cebul preparowanych i 5–9°C dla niepreparowanych (tab. 63). W szklarni, w grudniu i styczniu utrzymuje się temperaturę 20–23°C, a w lutym i marcu 18–20°C. Do pędzenia na luty i marzec cebule nie muszą być preparowane (Krause 1987).

Do pędzenia na grudzień odpowiednie są odmiany wymienione w tabeli 64. W Holandii dużego znaczenia także nabiera produkcja ciętych hiacyntów. W sezonie 2002/2003 sprzedano ich na giełdach holenderskich 35 mln. Najczęściej cebule sadi się do skrzynek plastikowych lub drewnianych o wymiarach 60 × 40 cm, od końca sierpnia do listopada, regularnie co 10 dni, aby zapewnić ciągłą dostawę kwiatów na giełde już od końca listopada. Chłodzenie w temperaturze 9°C trwa w zależności od odmiany i planowanego terminu kwitnienia 11–13 tygodni, a uprawa w szklarni tylko 10–12 dni. Chłodzenie hiacyntów przygotowanych na późne terminy kwitnienia powinno przebiegać w temperaturze obniżonej do 5°C, a następnie do 2°C. W niektórych gospodarstwach holenderskich pędzi się hiacynty w wodzie. Ułożone w specjalnych paletach cebule przykrywa się plastikową siatką o dużych oczkach, aby nie zostały wypchnięte przez silnie rosnące korzenie. Po 9-tygodniowym chłodzeniu przenosi się palety do szklarni, a pędzenie trwa zaledwie 7–10 dni. Kwiaty kupuje się najchętniej z liśćmi, dlatego obcina się piętke z korzeniami i wypycha szypułę z wewnętrzną częścią cebuli. Przed zapakowaniem szypułę umieszcza się na 5–7 minut w wodzie.

Do pędzenia na kwiat cięty w podłożu tradycyjnym i w wodzie nadają się m.in. odmiany niebieskie: ‘Delft’s Blue’, ‘Blue Giant’, ‘Nereus’ i ‘Minos’, różowe: ‘China Pink’, ‘Mulberry Rose’, czerwona ‘Jan Bos’ i łososiowa ‘Gypsy Queen’ (Krause 2003).

Tabela 63

Terminarz przyspieszania hiacyntów (Krause 1987)

Termin kwitnienia	Termin sadzenia	Przygotowanie cebul	Temperatura podczas ukorzenia (°C)
Początek XII	15–30 IX	preparowane	13–9
Koniec XII – 15 I	1–10 X	preparowane	9
15 I – 15 II	15 X	niepreparowane	9 7
15 II – 15 III	15 XI	niepreparowane	9 7

Ważniejsze odmiany hiacyntów do pędzenia w doniczkach

<b>Niebieskie</b> 'Atlantic' 'Blue Jacket' 'Blue Pearl' 'Blue Star' 'Delft Blue'	<b>Czerwone</b> 'Amsterdam' 'Jan Bos'
<b>Różowe</b> 'Anna Marie' 'Fondant' 'Marconi' 'Pink Pearl'	<b>Purpurowe i fioletowe</b> 'Amethyst' 'Purple Sensation' 'Splendid Cornelia' 'Woodstock'
<b>Białe</b> 'Aiolos' 'Carnegie' 'L'Innocence' 'White Pearl'	<b>Żółte</b> 'City of Haarlem' 'Gipsy Princess'
	<b>Pomarańczowe</b> 'Gipsy Queen' 'Odysseus'

**Krokus.** Bulwy z gruntu wykopuje się w połowie czerwca. Do pędzenia przeznaczają się największe dla danej odmiany. Na przykład bulwy krokusa wiosennego (*Crocus vernus* Wulf. var. *neapolitanus* Krabb.) powinny mieć obwód co najmniej 9 cm do pędzenia najwcześniejszego i przeszło 7 cm do późniejszego. Do pędzenia na koniec grudnia i styczeń służą bulwy preparowane i chłodzone. Po zbiorze poddaje się je temperaturze 34°C przez 7 dni, potem 20°C przez 2–3 tygodnie i w końcu 17°C przez 7 dni. Teraz rozpoczyna się chłodzenie w 9°C przez 14 tygodni. Część tego okresu przypada przed sadzeniem, a reszta podczas ukorzenia w dołowniku lub specjalnym pomieszczeniu. Bulwki sadi się po jednej lub po kilka do doniczek, począwszy od października do końca listopada (w zależności od terminu pędzenia w szklarni) (tab. 65, 66). Kwitnienie rozpoczyna się po 2–3 tygodniach pędzenia w szklarni. W grudniu i styczniu utrzymuje się temperaturę 14–16°C, a w lutym i marcu 10–15°C. Do kwitnienia w lutym i marcu bulwy nie wymagają preparowania i do czasu sadzenia przechowywane są w temperaturze 17–20°C (Krause 1987). Do pędzenia odpowiednie są odmiany kwitnące białą, paskowaną lub fioletową.

Terminarz przyspieszania krokusów (Krause 1987)

Termin pędzenia	Termin sadzenia	Początek pędzenia	Przygotowanie bulw
24 XII – koniec I	1–15 X	od 1 XII	preparowane i chłodzone (14 tyg. +9°C)
koniec I – połowa II	1 X – 1 XI	od 15 I	niechłodzone
połowa II – połowa III	1 XI – 1 XII	od 1 II	niechłodzone

Ważniejsze odmiany krokusów wielkokwiatowych (Krause 1987)

Odmiana	Barwa	Gatunek
'Cream Beauty'	jasnożółta	<i>C. chrysanthus</i>
'E.A. Bowles'	jasnożółta, nasada brązowa	"
'Early Perfection'	śliwkowoniebieska	<i>C. vernus</i>
'Flower Record'	jasno-purpurowo-fioletowa	"
'Grand Maitre'	srebrzystofioletowa	"
'Grote Gele'* (syn. 'Grosse Gelbe' albo 'Yellow Giant')	żółta	<i>C. flavus</i>
'Jeanne d'Arc'	biała, nasada ciemnopurpurowa	<i>C. vernus</i>
'Kathleen Parlow'	biała	"
'King of Striped'*	biała z fioletowymi kreskami	"
'Pickwick'	biała ze śliwkowoniebieskimi kreskami	"
'Purpureus Grandiflorus'*	ciemnofioletowa	"
'Remembrance'*	srebrno-purpurowo-fioletowa	"
'Saturnus'	żółta z purpurowobrązowymi kreskami	<i>C. chrysanthus</i>
'Striped Beauty'	biała z atramentowoniebieskimi kreskami	<i>C. vernus</i>
'Zwanenburg Bronze'	brązowa, wewnątrz żółta	<i>C. chrysanthus</i>

\* Odmiany szczególnie przydatne do pędzenia

## 19.2. Pędzenie i przyspieszanie kwitnienia krzewów i drzew ozdobnych

Pędzenie i przyspieszanie kwitnienia krzewów ozdobnych może odnosić się do całych roślin i ściętych gałęzi. Najczęściej prowadzi się pędzenie lilaka, forsycji, hortensji ogrodowej i migdałka trójklapowego, rzadziej żylistka i powojników wielkokwiatowych.

**Lilaki** można pędzić w pojemnikach lub bez nich, na kwiat cięty. Przydatne są między innymi odmiany: **biało kwitnące** – 'Marie Legray' – ma kwiaty pojedyncze, 'Mme Florent Stepman' – kwiaty pojedyncze (najlepsza odmiana do pędzenia) i 'Mme Lemoine' – kwiaty pełne; delikatnie żółto kwitnąca 'Primrose' o kwiatach pojedynczych oraz 'Andenken an Ludwik Späth' – kwiaty pojedyncze, duże, purpurowoczerwone (spośród czerwonych najlepsza do pędzenia), 'Charles X' – kwiaty fioletowe (do wczesnego pędzenia) i 'Sensation' – kwiaty pojedyncze, purpurowe z białą obwódką na brzegu płatków (wygląda oryginalnie). Odpowiednie są rośliny w czwartym roku po okulizacji, mają wtedy 6–12 pędów. **Rośliny** przeznaczone do pędzenia w pojemnikach sadi się w końcu sierpnia trzeciego roku po okulizacji do naczyń o średnicy 20–30 cm i dołuje na zagonach gruntowych. Przed zimą zagony z zadołowanymi na nich roślinami ściółkuje się dobrze rozłożonym obornikiem. W marcu krzewy się przycina, pozostawiając 6–8 najsilniejszych pędów przyciętych nad 3–4 parą pąków. Wiosną i latem rośliny podlewa się i nawozi. W końcu lipca pojemniki wyjmują się z ziemi, a rośliny lekko „zasusza” (należy uważać aby rośliny nie zaschły). W razie obfitych opadów pojemniki



można kłaść na boku, aby nie dopuścić do nadmiernego uwilgotnienia podłoża. Do pędzenia w szklarni wnosi się je partiami.

Przygotowanie do **pędzenia na kwiat cięty** lilaków tylko z własną bryłą korzeniową rozpoczyna się już wiosną. Z wybranych krzewów usuwa się pędy cienkie i słabe, a 6–8 najsilniejszych przycina się za 6–8 parą pąków. W końcu lipca, gdy są już wytworzone pąki kwiatostanowe można przystąpić do delikatnego „zasuszania” krzewów (odmiany ‘Marie Lagraye’ i ‘Mme Florent Stepman’ dopuszcza się zasuszać do końca sierpnia). W celu wykonania tego zabiegu, w latach suchych wystarczy szpadlem podciąć korzenie, ale w latach wilgotnych trzeba wyjąć krzewy z gleby wraz z bryłą korzeniową i ustawić na powierzchni zagonu. Bryła powinna mieć średnicę 30–40 cm i wysokość 25–30 cm. W razie występowania długotrwałej suszy wykopane krzewy trzeba co pewien czas spryskiwać wodą, aby nie zwiędły zbyt silnie. Zasuszanie jest niezbędne, gdy lilaki zamierza się pędzić przed styczniem. Do pędzenia w późniejszym terminie nie jest ono konieczne. Dzięki wcześniejszemu wprowadzeniu krzewów w spoczynek możliwe jest wcześniejsze pobudzenie ich do rozwoju.

**W praktyce pędzenie lilaków rozpoczyna się w połowie listopada.** Spoczynek można przerwać przez przemrażanie krzewów w chłodni w temperaturze –2 do –4°C w ciągu 4 tygodni, przy stosunkowo dużej wilgotności powietrza lub w cieplej szklarni przez spryskiwanie górnej części pędów wodą o temperaturze 36°C co godzinę w ciągu dnia, także przez 3–4 tygodnie. Następnie w połowie listopada umieszcza się je w pomieszczeniu o temperaturze 25°C i dużej wilgotności powietrza. Rośliny z bryłami korzeniowymi ustawia się na zagonach lub niskich stołach, a bryły przykrywa ziemią, torfem lub liśćmi. Utrzymywanie w ciągu pierwszego tygodnia pędzenia zaciemnienia w pomieszczeniu wpływa korzystnie na wydłużanie pędów kwiatowych, a hamowanie rozwoju liści, które w uprawie na kwiat cięty nie są pożądane, gdyż zmniejszają trwałość kwiatów ciętych. Utrzymanie dużej wilgotności roślin zapewnia ich opryskiwanie wodą o temperaturze 36°C, co godzinę w ciągu dnia. Gdy pąki się rozchylają można obniżyć temperaturę do 28–30°C i trzeba rozpocząć podlewanie roślin. Po osiągnięciu przez nowo wyrosłe pędy kwiatostanowe długości 6–8 cm temperaturę obniża się do 18–20°C, a po wybarwieniu pąków przerywa się opryskiwanie ciepłą wodą i stopniowo obniża temperaturę do 15–16°C, podczas cięcia kwiatów. Cięcie wykonuje się wtedy, gdy 65–70% kwiatów w kwiatostanie jest rozwiniętych, nad 3–4 parą pąków licząc od nasady pędów. W razie pędzenia odmian o barwnych kwiatach utrzymuje się temperaturę o 2–3°C niższą. Wpływa to korzystnie na intensywniejsze wybarwienie się kwiatów.

Pędzenie lilaków w listopadzie, grudniu i styczniu trwa około 4 tygodni, a w lutym –marcu 3 tygodnie. Pędzenie rozpoczynane od końca grudnia może się odbywać w temperaturze 20–22°C, od połowy stycznia – przy 18–20°C, a po dwóch tygodniach można ją obniżyć do 15–16°C. Duża wilgotność powietrza i brył korzeniowych zawsze są niezbędne do pędzenia (tab. 67).

Po zakończonym pędzeniu rośliny wnosi się ze szklarni i umieszcza w pomieszczeniu zabezpieczonym przed mrozem, gdzie pozostają do marca–kwietnia. Następnie sadi się je do gruntu w rozstawie 50–70 × 90 cm. Na glebach żyznych sadi się je na takiej samej głębokości jak rosły poprzednio, a na lekkich 2–3 cm głębiej. W pierwszym roku po pędzeniu krzewy rozwijają się słabo i wydają pojedyncze pędy. Pod koniec zimy przycina się je nad 2–3 parą dobrze wykształconych pąków. Usuwa się pędy słabe. Wiosną nawozi się krzewy dawką 5 kg siarczanu amonowego, 7 kg superfosfatu i 4 kg

siarczynu potasowego na 100 m<sup>2</sup> lub Azofoską w dawce 5–7 kg na 100 m<sup>2</sup>. Staranna pielęgnacja i obfite nawożenie umożliwiają ponowne pędzenie w trzecim roku, licząc od poprzedniego. Im krzewy są starsze, tym lepiej nadają się do wczesnego pędzenia oraz obficie kwitną. Żywotność lilaków pędzonych wynosi 15–20 lat, czyli można je pędzić 5–6 razy. Do pędzenia w pojemnikach bardziej odpowiednie są odmiany uszlachetniane (okulizowane) na podkładce ligustru pospolitego (*Ligustrum vulgare* L.) i lilaku Meyera (*Syringa meyeri* C.K. Schneid.), ponieważ rosną słabiej i tworzą niskie, gęsto ugałęzione i obficie kwitnące krzewy.

Tabela 67

Temperatura wymagana w najwcześniejszych terminach pędzenia lilaków w szklarni w zależności od sposobu przerywania spoczynku (Jerzy 1991)

Sposób przerywania spoczynku krzewów	Termin rozpoczęcia pędzenia w szklarni	Temperatura w °C w kolejnych tygodniach pędzenia	
Chłodzenie	15 XI	I	8–10
		II	26–23
		III	21
		IV	18
Ciepła kąpiel	25 X	I	23–25
		II	28–30
		III	18–20
		IV	15–16
Wysoka temperatura	25 X	I	40–43
		II	30–32
		III	20–23
		IV	15

Do **pędzenia forsycji**, zwłaszcza pośredniej (*Forsythia ×intermedia* Zabel), w **pojemnikach** nadają się odmiany słabo rosnące o krótkich międzywęzłach, np. polska – ‘Maluch’ (= *F. intermedia* × *F. ovata* Nakai), dorastająca maksymalnie bez przycinania do 1,5 m i o drobnych kwiatach czy *F.* ‘Courtasol’ (= *F.* ‘Marie d’Or’) dorastająca do wysokości 60 cm, o pokładających się pędach i cytrynowożółtych kwiatach. Podczas pędzenia w listopadzie i grudniu krzewy przemraża się w temperaturze –2 do –3°C, przy wilgotności powietrza około 90%, przez 3–5 tygodni. Następnie pędzi się je w szklarni o temperaturze 16–20°C. Kwitnienie rozpoczyna się po 10–14 dniach, a dla jego wydłużenia jest wskazane temperaturę obniżyć do 14–15°C. Krzewy powinny mieć 2–3 lata i być gęsto ugałęzione. Forsycję najczęściej jednak pędzi się w formie ściętych gałęzi.

Do **pędzenia hortensji ogrodowej** (*Hydrangea macrophylla* Ser.) **uprawianej w doniczkach** przystępuje się w połowie grudnia (około 110 dni przed planowanym kwitnieniem na Wielkanoc). Po przeniesieniu roślin z zimowników lub chłodni do szklarni utrzymuje się temperaturę 12°C. Najpierw podlewa się je umiarkowanie i zrasza 1–2 razy dziennie. Po 3–4 tygodniach (lub wcześniej) zaczynają rozwijać się liście. Temperaturę podnosi się do 16–18°C, a rośliny podlewa obficie, czasami przy słonecznej pogodzie nawet dwa razy dziennie i co tydzień zasila nawozem wieloskładnikowym o odczynie fizjologicznie kwaśnym. Odczyn podłoża powinien być bardzo kwaśny i kwaśny

(pH 4,5–5,5). Po ukazaniu się pąków kwiatowych zasilanie należy przerwać, a obfite podlewanie kontynuować. Chociażby częściowe przesuszenie brył korzeniowych odbija się niekorzystnie na dalszym kwitnieniu. Doświetlanie roślin w nocy, począwszy od wniesienia do szklarni, przyspiesza kwitnienie nawet o trzy tygodnie.

**Pędzenie migdałka trójklapowego** (*Prunus triloba* Lindl.) w **pojemnikach** rozpoczyna się od stycznia. W połowie września krzewy rosące w gruncie wykopuje się i sadi do pojemników, o wielkości dostosowanej do objętości bryły korzeniowej. Efektownie wygląda kwitnący migdałek o kształcie małego drzewka. Przed pędzeniem rośliny schładza się w temperaturze  $-2^{\circ}\text{C}$  przez 3–4 tygodnie. Następnie przenosi się je do szklarni o temperaturze  $22\text{--}25^{\circ}\text{C}$ , a w lutym – o temperaturze  $17\text{--}20^{\circ}\text{C}$ . Częste zraszanie roślin zapewnia dużą wilgotność szklarni. Gdy pąki zaczną się zabarwiać, należy zaprzestać zraszania i obniżyć temperaturę do  $14\text{--}15^{\circ}\text{C}$ . Pędzenie trwa 3–4 tygodnie. Po przekwitnieniu krzewy zabezpiecza się przed mrozem, a wiosną dołuje na zagonach gruntowych i przycina pędy za 3–4 pąkiem licząc od nasady. Podlewane i nawożone silne krzewy można pędzić corocznie. Z pędzonych krzewów częściej ścina się kwitnące gałązki lub do zabiegu przeznaczają się ścięte pędy.

**Do pędzenia odmian żylistka różowego** (*Deutzia ×rosea* Rehd.) i **mieszanecowego** (*D. ×hybrida* Lemoine) **odpowiednie są krzewy trzyletnie**. Trzeciego roku wiosną po przycięciu pędów za trzecią–czwartą parą pąków krzewy sadi się do pojemników (o objętości dostosowanej do wielkości brył korzeniowych) i dołuje na zagonach gruntowych. Do końca sierpnia podlewa się je i zasilają nawozem wieloskładnikowym. We wrześniu pojemniki z roślinami przenosi się do szklarni o temperaturze  $3\text{--}5^{\circ}\text{C}$ . Pędzenie rozpoczyna się w styczniu. Temperaturę szklarni podnosi się do  $12\text{--}15^{\circ}\text{C}$ , a po tygodniu obniża do  $10\text{--}12^{\circ}\text{C}$ . Kwitnienie następuje po 2–3 tygodniach pędzenia. Przekwitłe krzewy wiosną po przycięciu dołuje się na zagonach gruntowych, podlewa i zasilają i jeśli są wystarczająco silne mogą być użyte w następnym roku do ponownego pędzenia (Marczyński 1993).



**Rośliny odmian powojników wielokwiatowych** we wrześniu–październiku **sadzi się do głębokich pojemników**  $3\text{--}5\text{ dm}^3$ . Podłoże powinno być świeże, zasobne w składniki pokarmowe i o dużej pojemności wodnej. Po posadzeniu pędy przycina się krótko nad podłożem, a rośliny umieszcza w pomieszczeniu zabezpieczonym przed mrozem. W grudniu przenosi się je do szklarni o temperaturze  $14\text{--}18^{\circ}\text{C}$  i zaczyna dość obficie podlewać. Wyrastające pędy przywiązują się do podpór i w tym czasie przystępuje do zasilania  $0,1\%$  roztworem Azofoski, MIS-3 lub  $0,3\%$  Florovitem, co dwa tygodnie, a czasami co tydzień. Po około 7 tygodniach od przeniesienia do szklarni zaczynają kwitnąć i wtedy nadają się do sprzedaży. Do przyspieszania kwitnienia w pojemnikach przydatne są między innymi odmiany: ‘Dr Ruppel’, ‘Generał Sikorski’, ‘Jackmanii’, ‘Kardynał Wyszynski’, ‘Nelly Moser’, ‘Niobe’, ‘The President’, ‘Ville de Lyon’ i ‘Warszawska Nike’.

**Do pędzenia i przyspieszania kwitnienia w pojemnikach w formie małych okazów przydatne są także następujące gatunki i odmiany krzewów i drzew:** *Prunus mume* ‘Rosea Plena’ – kwiaty jasnoróżowe pełne, *P. serrulata* ‘Kanzan’ – kwiaty różowe pełne, *P. subhirtella* ‘Autumnalis’ – kwiaty różowawe półpełne, *P. avium* ‘Plena’ – kwiaty białe pełne, *P. cerasifera* ‘Woodii’ – kwiaty różowe pojedyncze, *P. tenella* Batsch – kwia-

ty różowe lub czerwone, pojedyncze i przyjemnie pachnące, *P. glandulosa* ‘Alboplena’ – kwiaty białe pełne, *P. persica* ‘Weeping Flame’ i ‘White Peachy’ – kwiaty białe pełne, *P. ×amygdalopersica* ‘Pollardii’ – kwiaty różowe; *Corylopsis pauciflora* Sieb. et Zucc. – kwiaty jasnożółte; *Viburnum opulus* ‘Roseum’ – kwiatostany kuliste, na początku białozielonkawe, podczas pełni kwitnienia śnieżnobiałe, przekwitające różowawe, *V. tinus* L. – krzew zawsze zielony, kwiaty białe; *Salix helvetica* Vill., *S. waldsteiniana* Willd., *S. caprea* ‘Killmarnock’, *S. subopposita* Miq., *S. ×cottei* Kern.; *Pieris japonica* D. Don ex G. Don – odmiany słabiej rosnące; *Weigela florida* ‘Purpurea Nana’ – kwiaty czerwone i mieszańce także czerwono kwitnące; *Chaenomeles japonica* Lindl. et Spach i *Ch. ×superba* Rehder – odmiany; *Magnolia kobus* var. *stellata* (Siebold et Zucc.) Blackburn, *M. ‘Betty’*, ‘Susan’, ‘George Henry Kern’; *Mahonia aquifolium* Nutt., *Malus* sp. div. – odmiany specjalnie prowadzone; *Cytisus ×praecox* ‘Allgold’ – kwiaty złocistożółte; *Jasminum nudiflorum* Lindl.; różaneczniki zawsze zielone i azalie (*Rhododendron* sp. div.).

Prowadząc pędzenie i przyspieszanie kwitnienia krzewów i drzew w pojemnikach należy przestrzegać następujących zasad (aby były dobrej jakości): podłoże nie powinno być zbyt ciężkie i zlewne, a rośliny nie przekraczać 1,4 m wysokości; powinny być równomiernie rozgałęzione, kwitnąć na pędach jednorocznych i wytwarzać dużo krótkopędów, na których powstają kwiaty oraz mieć krótkie międzywęzła i zachowaną proporcję między wielkością korony i pojemnika; powinny kwitnąć obficie, przeciętnie 10 dni z zachowaniem w miarę możliwości jednakowej barwy kwiatów; kwiatów nie należy zamgławiać ani spryskiwać; sprzedawane rośliny nie powinny być zbyt drogie.

**Pędzenie i przyspieszanie kwitnienia ściętych gałęzi krzewów i drzew** praktykowane bywa nawet częściej niż w pojemnikach. Do tego celu przydatne są gałęzie co najmniej pięćdziesięciu taksonów. Tymczasem w Polsce wykorzystuje się na niedużą skalę gałęzie forsycji pośredniej (*F. ×intermedia* Zabel) i jej odmiany okazałej ‘Spectabilis’ i w jeszcze mniejszym stopniu pędy migdałka trójklapowego (*P. triloba* Lindl.).

Każdego roku można ścinać gałęzie *Spiraea prunifolia* ‘Plena’ i *Viburnum opulus* ‘Roseum’. W zależności od sposobu uprawy i przebiegu pogody można ścinać pędy jednoroczne lub dwuletnie: *Amelanchier canadensis* (L.) Medik., *Prunus ×amygdalopersica* ‘Pollardii’, *P. subhirtella* ‘Rosea’, *P. fenzliana* Fritsch – krzew około 2 m wysoki i szeroki, kwiaty białe rozwijają się bardzo wcześnie, już w marcu, *Syringa vulgaris* – formy pienne. Zwykle ścina się gałęzie dwuletnie: *Chaenomeles* – odmiany, możliwie zwarte i mniej cierniste gałęzie, *Forsythia ×intermedia* i odmiany, *Prunus subhirtella* ‘Accolade’ – kwiaty ciemnoróżowe, pełne. Bez przyspieszania najlepiej kwitną gałązki ścinane kilka dni wcześniej przed wystąpieniem naturalnego kwitnienia: *Prunus tenella*, *P. ×yedoensis* Matsum., *P. triloba* ‘Multiplex’, *P. glandulosa* ‘Alboplena’, *Salix caprea* ‘Allerheiligen’, *S. caprea* ‘Typ 2’, *S. repens* ‘Argentea’, *S. purpurea* ‘Findling’.

### 19.2.1. Zarys uprawy krzewów do przyspieszania kwitnienia w formie ściętych gałęzi

Krzewy uprawiane do ścinania gałęzi przeznaczonych do pędzenia wymagają gleby żyznej o strukturze gruzelkowej i umiarkowanie, lecz równomiernie wilgotnej. Dla forsycji i wierzb odpowiedni jest odczyn kwaśny pH – 4,3 do 5,2, dla migdałka trójklapowego, pigwowca pośredniego i lilaka – obojętny do słabo zasadowego, pH około

7,0 (dla migdałka może być nawet zasadowy). Wskazane jest nawożenie obornikiem, najlepiej bydłowym w dawce 300–500 kg/100m<sup>2</sup> na całość powierzchni plantacji, gdyż korzenie krzewów rozrastają się szeroko. Nawozami zastępczymi mogą być, kompost w takiej samej dawce jak obornik lub mineralne, np. Azofoska w dawce 2–2,5 kg/100 m<sup>2</sup>. Nawozy organiczne należy przyorać, a mineralne płytko wymieszać z glebą. Krzewy sadzi się jesienią lub wiosną, np. forsycję pośrednią w rozstawie 1 × 1 m lub 1,2 × 1,2 m. Po posadzeniu glebę można utrzymywać w czarnym ugorze, wyściółkować częściowo rozłożoną i rozdrobnioną korą sosnową z dodatkiem torfu wysokiego lub innym materiałem organicznym bądź założyć murawę. Na murawę odpowiednia jest życica trwała, czyli rajgras angielski (*Lolium perenne* L.) lub mieszanka wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) – 25%, kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) – 25% i życicy trwałej – 50%. Można zasiać także mieszankę życicy trwałej z koniczyną białą (*Trifolium repens* L.) ewentualnie samą koniczyną białą. Nie ma wtedy kłopotu z chwastami, a gleba zachowuje strukturę gruzelkową. Konkurencja (umiarkowana) murawy w pobieraniu wody wpływa nawet korzystnie na wyrastanie pędów o krótkich rozgałęzieniach bocznych, na których tworzy się bardzo dużo pąków kwiatowych. Podczas suszy krzewy się nawadnia. W okresie wegetacji murawę kilkakrotnie się kosi i pozostawia na miejscu.

W drugim roku uprawy, wczesną wiosną przed rozpoczęciem wzrostu pędy krzewów przycina się za 3–4 pąkiem, dzięki czemu wydają dużo nowych. Co roku, także wiosną stosuje się nawożenie nawozem wieloskładnikowym w dawce 2–2,5 kg/100 m<sup>2</sup>. W trzecim roku uprawy rozpoczyna się ścinanie gałęzi. Z tego samego krzewu ścina się je co dwa lata, czyli w jednym roku jest eksploatowany, w drugim „odpoczywa”. Plantację dzieli się na dwie kwatery. W roku ścinania pędów oprócz nawożenia podstawowego w kwietniu, na początku czerwca zasila się dodatkowo nawozem fosforowym i potasowym, w dawkach po 2,5 kg/100 m<sup>2</sup>. Wpływa ono korzystnie na wykształcenie pąków kwiatowych. Co drugi rok po ścięciu pędów daje się dobrze rozłożony obornik w dawce 300–500 kg/100 m<sup>2</sup>, rozkładając cienką warstwę w rzędach.

Z jednego rozrośniętego krzewu można ścinać 10 do 15 pędów, o długości 0,7 do 1 m. Ścięte nisko nad ziemią są dłuższe, lecz w mniejszej liczbie. W Niemczech preferowane są pędy krótsze, czyli cięte wyżej nad ziemią, jest ich wtedy więcej i kwiaty rozwijają się na nich wcześniej. Dla przypomnienia, forsycja pośrednia i pigwowiec pośredni kwitną przede wszystkim na pędach dwuletnich, a migdałek trójklapowy, porzeczka krwista (*Ribes sanguineum* Pursh), tawuła wczesna (*Spiraea* ‘Arguta’) i śliwolistna (*S. prunifolia* Sieb. et Zucc.) – na pędach jednorocznych, na których pąki kwiatowe powstały latem, a rozwijają się wczesną wiosną w roku przyszłym.

### **19.2.2. Pędzenie i przyspieszanie kwitnienia ściętych gałęzi**

Stosunkowo najczęściej pędzi się i przyspiesza kwitnienie gałęzi forsycji pośredniej. Gdy przedsięwzięcie jest realizowane na skalę handlową wówczas pędy ścięte na początku października przetrzymuje się w chłodni o temperaturze od –2 do –5°C i wilgotności powietrza około 95%, przez 5 tygodni. Gałęzie cięte w końcu października schładza się w ciągu 4 tygodni, a pozyskane w styczniu i później nie wymagają już tego zabiegu, gdyż w sposób naturalny zostały już przemrożone i zakończył się u nich spoczynek bezwzględny. Po przemrożeniu gałęzie przenosi się do pomieszczenia o temperaturze

20 do 24°C (wyższej temperatury nie należy stosować, gdyż wpływa niekorzystnie na kwitnienie). Świeżo przycięte u nasady umieszcza się w naczyniach szklanych lub emaliowanych (nigdy w metalowych i ocynkowanych!) napełnionych pożywką z udziałem substancji bakterio- i grzybobójczych oraz niewielkiej ilości cukru. W jednym dm<sup>3</sup> wody należy rozpuścić 0,8 g (0,08%) alunu potasowego KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 0,3 g (0,03%) chlorku potasu KCl, 0,2 g (0,02%) chlorku sodu NaCl i 20 g (2%) cukru lub 0,8 g alunu potasowego, 0,3 g azotanu srebra AgNO<sub>3</sub> i 20 g cukru. Składniki pożywki powinny być odważone dokładnie. Gałęzie umieszcza się w pożywce na głębokość około 20 cm. Wymiana pożywki co 8 dni sprzyja skuteczności zabiegu. Gałęzie spryskuje się często wodą mającą temperaturę pomieszczenia, aby nie zasychały pąki. W nocy i od czasu ukazania się wybarwionych pąków temperaturę obniża się do 14–15°C. Po około dwóch tygodniach pędzenia kwitnące gałęzie gotowe są do sprzedaży.

Pędy odmian lilaka można ścinać corocznie. Pozyskane w końcu października i po przemrożeniu kąpie się przez 8 godzin w wodzie o temperaturze 25°C, a odmian nie biało kwitnących – 12 godzin. Pożywkę wymienia się co tydzień, nie dodając już cukru. Temperatura pomieszczenia w grudniu powinna wynosić 22 do 24°C, od połowy stycznia 18–20°C, a później 16 do 18°C. Trwałość kwiatów na gałęziach ciętych jest dłuższa niż na uzyskanych z pędzenia całych krzewów.

Pędy kaliny koralowej odmiany 'Roseum', aby zakwitły na Boże Narodzenie, należy ścinać w końcu listopada. Po kąpieli w wodzie o temperaturze 25°C trwającej 12 godzin i umieszczeniu w naczyniu z pożywką, w szklarni o temperaturze 20°C zakwitają po około 4 tygodniach.

Gałęzie krzewuszki ścięte w grudniu zakwitają po około 5 tygodniach. Pędzenie jabłoni ozdobnych rozpoczyna się w połowie stycznia, w temperaturze 16 do 18°C. Inne gatunki pędzi się podobnie jak forsycję (Bach 1975).

Zbiór kwiatów powinien być przeprowadzony o takiej porze i w takiej fazie rozwoju, aby zapewniał jak najdłuższą ich trwałość. Decyduje o tym także w dużym stopniu stan fizjologiczny roślin w czasie dokonywania cięcia kwiatów. Zależy on z kolei od przebiegu warunków zewnętrznych w czasie uprawy, np. natężenia, intensywności i długości oddziaływania światła, temperatury, nawożenia i częstotliwości nawadniania. Uważa się, że najważniejszym czynnikiem jest światło i związana z tym intensywność fotosyntezy, decydująca o zawartości cukrowców. Na przykład goździki, wyprodukowane późną jesienią i zimą, gdy jest niska intensywność światła, więdną szybciej niż w okresach pełnego nasłonecznienia. Jakość kwiatów warunkuje także gęstość sadzenia i miejsca zajmowane na zagonie. Cięte z roślin rosnących rzadziej i z rzędów zewnętrznych są trwalsze.

Temperatura zbyt wysoka zmniejsza gromadzenie asymilatów wskutek intensywnego oddychania. Natomiast w zbyt niskiej temperaturze w pędach kwiatowych powstaje więcej związków fenolowych utrudniających pobieranie wody już po ścięciu. Amplitudy temperatury wynoszące 6°C w ciągu doby są jedną z przyczyn pęknięcia kielicha u standardowych odmian goździka szklarniowego. Współdziałanie światła i temperatury w okresie bezpośrednio poprzedzającym zbiór kwiatów decyduje o ich wybarwieniu. W temperaturze poniżej 15°C żółte kwiaty róż mogą mieć odcień zielonkawy wskutek niepełnego przekształcenia się chloroplastów w chromoplasty. Bardzo wrażliwe na temperaturę i światło są pąki róży odmiany 'Baccara', 7–4 dni przed zbiorem kwiatów. Już zacienienie kwiatów w tym okresie przez 3 dni lub podwyższenie temperatury na kilka godzin – powoduje spadek zawartości antocyjanów i „czernienie” płatków.

Zmniejszenie trwałości kwiatów i skrócenie okresu ich przechowywania powoduje przenawożenie azotem. Niedobór wapnia, potasu i boru zmniejsza nieco trwałość kwiatów goździka szklarniowego, ale już niewielkie przenawożenie wapniem także oddziałuje negatywnie. Niedostatek potasu bywa przyczyną słabego zdrewnienia szypułek kwiatowych róż i zwiększa wrażliwość na stres wodny. Kwiaty pozyskane z roślin umiarkowanie nawadnianych są trwalsze, gdyż ich komórki zawierają więcej substancji osmotycznie czynnych. Kwiaty pochodzące z roślin chorych i uszkodzonych przez szkodniki oddziałują niekorzystnie na zdrowe oraz wydzielają intensywniej etylen, przyspieszający ich dojrzwienie.

## 20.1. Pora zbioru kwiatów

Kwiaty powinny być zbierane pod wieczór, gdyż zawierają wtedy najwięcej asymilatów, bądź wcześniej rano, mają wtedy bardzo dobry turgor płatków i liści. Trwałość kwiatów, których szypułka lub szypuła jest pozbawiona liści, np. u gerbery, nie jest tak

bardzo zależna od pory zbioru. Goździki wskazane jest ciąć pod wieczór, a róże raczej rano. W praktyce, ze względów organizacyjnych większość kwiatów zbiera się rano. Gospodarstwa dysponujące chłodnią powinny zdecydować się na zbiór w czasie najbardziej korzystnym z punktu widzenia fizjologii.

## 20.2. Faza rozwojowa cięcia kwiatów

Cięcia kwiatów należy dokonać w odpowiedniej fazie rozwoju. Zależy ona od gatunku i odmiany, pory roku, warunków uprawy, upodobań klienta i czasu ich sprzedaży, czy zaraz po pozyskaniu bądź dopiero po przechowaniu. Na przykład kwiatostany gerbery wrywa się, gdy 2–3 zewnętrzne okółki kwiatów rurkowatych pylą; alstremerii – gdy pierwsze pąki są rozwinięte, a pozostałe przebarwione, wrywa się delikatnie pędy; anturium – gdy na gładkich początkowo kolbach kwiatostanowych zaczynają się pojawiać pierwsze zgrubienia, sztywnieje także nasada pochwy; wilczomleczu pięknego (poinsecji) – gdy pierwsze pąki zaczną pylić, a na znamionach słupków pojawi się lepki płyn; frezji – po rozwinięciu się 1–3 kwiatów, a 1–2 kolejne pąki są wybarwione; gloriozy – gdy wszystkie działki kwiatu są całkowicie wybarwione, łukowato wygięte w górę, a pylniki pylą żółtym pyłkiem; gipsówki wiechowatej – w stadium całkowitego rozwinięcia kwiatów; storczyków: mieszańców katlei, cymbidium, sabotka (*Paphiopedilum*) i falenopsisu (*Phalaenopsis*) – po 4–5 dniach po rozwinięciu prawie wszystkich kwiatów w kwiatostanie; strelcji królewskiej – po rozwinięciu się pierwszych kwiatów w kwiatostanie; cantedeski etiopskiej – gdy pochwa kwiatowa się rozwija i wybarwia, szypułki z kwiatami są wrywane; cyklamena – po pełni rozkwitu i wybarwieniu się, szypułki są wrywane, goździka szklarniowego – półrozwinięte (w fazie tzw. pędzla) lub w pełni rozwinięte, a przeznaczone do kilkumiesięcznego przechowywania w fazie pąka zamkniętego i „krzyżyka”, po czym po wyjęciu z chłodni doprowadza się je do fazy pędzla przy użyciu specjalnych preparatów; róży w fazie pąka, odmiany z mniejszą liczbą płatków gdy pąk jest ściślejszy, a odmian pełnych i bardzo pełnych, gdy jest on mniej ściśły. Nie należy ciąć zbyt wcześnie, bo gdy pąk jest za mało rozwinięty, to może się nie otworzyć, kwiaty nie uzyskują właściwego zabarwienia, a szypułki są wiotkie z powodu niewykształcenia tkanki mechanicznej.

## 20.3. Sposób cięcia i postępowanie bezpośrednio po ścięciu

Kwiaty ścina się za pomocą ostrego noża lub sekatora. Pędy róż ścina się za drugim–czwartym w pełni wykształconym liściem, a goździka za 4–5 węzłem. W przypadku gloriozy rośliny wyrosłe z dużych bulw mają długie szypułki kwiatowe i można je ciąć pojedynczo, lecz gdy są one zbyt krótkie – to ścina się całe wierzchołki pędów z kilkoma kwiatami. Kwitnące pędy lewkonii wrywa się z korzeniami. Podstawy pędów kwiatowych wilczomleczu pięknego natychmiast po ścięciu zanurza się w gorącej wodzie (80–90°C). Czasami powierzchnię cięcia przypala się nad ogniem, można ją także po wycięciu nadmiaru soku mlecznego zalewać woskiem lub parafiną. Najtrwalsze są całe



kwitnące rośliny wraz z korzeniami, lecz wówczas producent pozbawia się matecznika. Szypuły gerbery po zbiorze przycina się ostrym nożem, aż do ukazania się kanału powietrznego. Po czym zanurza się je natychmiast na kilka godzin w wysokich naczyniach z wodą po koszyczki. Po wyjęciu ponownie wstawia się je do naczyń z wodą, ale na głębokość 10–15 cm i przechowuje w ciemnym pomieszczeniu w temperaturze 7–9°C i wilgotności powietrza około 90%. Dla utrzymania prostych i sztywnych szypuł umieszcza się je w głębokich naczyniach ze specjalną siatką, umożliwiającą zanurzenie ich końców w wodzie z zachowaniem pionowej pozycji. Kwiatostany gipsówki wiechowatej zaraz po ścięciu wiąże się w pęczki. Do handlu dostarcza się je świeże lub zasuszone. Pęczki zawieszają się kwiatostanami w dół w ciemnym, dobrze przewietrzanym miejscu.

Kwiatostany mieczyków (*Gladiolus*) uprawianych wyłącznie na kwiat cięty ścina się wraz z pędem dowolnie nisko. Aby uzyskać w miarę dobre przyrosty bulw na roślinie należy pozostawić 4–5 liści. Cięcia dokonuje się wcześniej rano. Transportowane na małe odległości zbiera się bezpośrednio przed rozkwitnięciem pierwszego kwiatu; na dalsze odległości – w fazie nierozwiniętych pąków (Grabowska 1987). Najwłaściwszym stadium cięcia kwiatów lili jest rozchylenie się działek okwiatu najniższych położonych kwiatów. Pędy należy natychmiast zanurzyć w naczyniu z wodą i przenieść do chłodni, gdzie pakowane są do wysyłki. Lekkie przywędnięcie im nie szkodzi, ułatwia nawet układanie w kartonach. Po transporcie wstawione głęboko do ciepłej wody (25–30°C) po 2–3 godzinach odzyskują pełny turgor (Mynett 1987). Kosańce cebulowe, np. odmiany *Iris × hollandica* Hoog. ścina się zaraz po wybarwieniu kwiatu. Przechowuje się je w ciemnym pomieszczeniu w temperaturze 2–4°C. Kwiaty tulipanów pędzonych dla uzyskania większej ich trwałości ścina się w fazie zwartego i słabo wybarwionego pąka.

## 20.4. Dlaczego kwiaty cięte szybciej więdną i starzeją się?

Kwiaty cięte pozbawione aktywnego dopływu wody i związków mineralnych oraz substancji endogennych (regulatorów rozwoju), w sposób naturalny przedłużających ich trwałość, szybciej więdną i starzeją się. Substancje te, zawarte w odciętych pędzie wraz z kwiatem od rośliny macierzystej są szybko zużywane, bez możliwości dalszej syntezy i uzupełniania braków powstałych wskutek transpiracji i oddychania. W ciętych kwiatach następuje wzmoczona synteza etylenu ( $C_2H_4$ ), gazowego hormonu roślinnego, który skraca ich trwałość i przyspiesza starzenie się tkanek. W czystym powietrzu zawartość etylenu wynosi 0,004 mikrodecymetra<sup>3</sup> na dm<sup>3</sup> powietrza, tj. 4 części na miliard. Kwiaty najbardziej wrażliwe na etylen, np. goździki, alstremeria, storczyki i wyzlin większy (Iwia paszcza), reagują niekorzystnie na stężenia tysiąc razy wyższe, tj. 1–3 części na milion. Etylen przyspiesza więdnienie kwiatów, ciemnienie ich płatków lub działek okwiatu i ich opadanie oraz opadanie całych pąków kwiatowych, hamuje ich wzrost i otwieranie się. Przyspiesza oddychanie i metabolizm w kwiatach.

## ***20.5. Postępowanie z kwiatami po ścięciu – uwagi ogólne***

Dla utrzymania wysokiej jakości i trwałości kwiatów, po usunięciu dolnych liści i krótkim przycięciu nasady pędu, umieszcza się je bezzwłocznie w naczyniu z wodą lub z roztworem preparatu przedłużającego ich trwałość. Zaleca się użycie wody zdemineralizowanej lub destylowanej, ewentualnie przegotowanej i przestudzonej. Woda wodociągowa jest nieodpowiednia, gdyż zawiera za dużo fluoru, chloru i soli mineralnych. Nie można jej stosować także do rozpuszczania preparatów służących do kondycjonowania kwiatów, ponieważ chlor powoduje ich dezaktywację. Kwiaty nietraktowane odżywkami najlepiej przetrzymują się w czystej wodzie zakwaszonej kwasem cytrynowym do pH 3,5–4,5 (około 0,5–1 g kwasu na 1 dm<sup>3</sup>). Taka woda hamuje rozwój mikroorganizmów w pędach kwiatowych i jest lepiej pobierana przez kwiaty. Dla odświeżenia przywędłych kwiatów najlepiej stosować wodę zakwaszoną i ciepłą o temperaturze 35–40°C. Zawiera ona tlen, co także zmniejsza ryzyko „zapowietrzenia” naczyń przewodzących. Sprzyja temu również przycinanie końców pędów pod wodą.

Schładzanie ściętych kwiatów bezpośrednio po zbiorze lub kondycjonowaniu ich do najniższej optymalnej temperatury dla danego gatunku to kolejny zabieg korzystnie wpływający na ich trwałość. Dla kwiatów większości gatunków jest to temperatura 0–4°C. Dla kwiatów roślin pochodzących z obszarów tropikalnych temperaturę podnosi się do 8–13°C. Cięte kwiaty, niezależnie od formy w jakiej są eksponowane, nie powinny być przetrzymywane w miejscach z pełnym światłem słonecznym. Wysoka temperatura i niska wilgotność powietrza zawsze skraca trwałość kwiatów.

### ***20.5.1. Kondycjonowanie kwiatów***

Kondycjonowanie kwiatów to wstępne ich traktowanie bezpośrednio po zbiorze. Zabieg ten zapobiega nadmiernej utracie wody z tkanek, poprawia jej pobieranie przez odcięty pęd, hamuje rozwój bakterii w naczyniach przewodzących i osłania przed szkodliwym działaniem w obrocie i handlu. Zabieg kondycjonowania można prowadzić w niskiej i wysokiej temperaturze, od kilku do kilkudziesięciu godzin. W niskiej temperaturze, np. w chłodni trwa on dłużej niż w temperaturze podwyższonej. Bezpośrednio po kondycjonowaniu kwiaty mogą być pakowane i przygotowane do transportu, przechowywane na mokro w wodzie lub w roztworze innej odżywki, u producenta lub w kwaciarni, aż do sprzedaży. Kondycjonowanie nie zastępuje stosowania odżywek. Kwiaty większości gatunków reagują bardzo korzystnie na kondycjonowanie, a zaraz potem na odżywkę. Konieczność stosowania tych obydwóch zabiegów potwierdzają giełdy kwiatowe, na których poziom kondycjonowania jest badany.

### ***20.5.2. Najważniejsze preparaty do przedłużania trwałości kwiatów***

Najwięcej preparatów do kondycjonowania i odżywek do kwiatów produkuje holenderska firma **POKON–CHRYSAL**. Są one sprowadzane do Polski przez firmę Victus International Trading S.A. z Poznania i noszą nazwę **Chrysal**.

**Blokowaniu naczyń przewodzących wodę zapobiegają:** Chrysal–FVB, Chrysal–RVB, Chrysal–OVB i Chrysal–CVB. **Chrysal–FVB** hamuje rozwój bakterii u gipsówki wiechowatej i poprawia pobieranie wody. Można go stosować razem z **Chrysałem AVB**, który hamuje produkcję etylenu i zapobiega przedwczesnemu kurczeniu się pąków i kwiatów. Nie zawiera cukru, dlatego jego dodatek doprowadza do pełnego rozwoju kwiatów. Jest to środek przeznaczony dla producentów kwiatów. Hurtownicy i kwaciarnie powinny stosować **Chrysal Professional**. Dwa ml preparatu rozprowadza się w 1 dm<sup>3</sup> wody. Chrysal FVB nie zawiera środków odżywczych, dlatego traktuje się nim kwiaty tylko do dwóch dni. Kwiaty należy włożyć do tego środka bezpośrednio po zbiorze, bez wcześniejszego umieszczania w wodzie. Trwałość roztworu wynosi maksymalnie jeden dzień. Należy go używać zaraz po przygotowaniu i nie mieszać świeżego roztworu z używanym. Do jego rozpuszczania można użyć wody wodociągowej bezpośrednio z kranu.

Chrysal–FVB daje roztwór o odczynie kwaśnym, dlatego należy używać tylko kwasoodporne pompki, węże oraz naczynia nie podlegające korozji. **Uwaga:** chronić skórę i oczy przed kontaktem ze skoncentrowanym roztworem.

**Chrysal–RVB** hamuje rozwój bakterii u róż, gerbery, chryzantem i buwardii. Neutralizuje substancje wydzielane przez kwiaty, zapobiega zanieczyszczeniu wody i nieprzyjemnemu zapachowi w pojemnikach. Codzienna zmiana wody nie jest konieczna. Jest środkiem przeznaczonym dla producentów kwiatów. Hurtownie, kwaciarnie i producenci, którzy zamierzają dłużej przechowywać kwiaty w chłodni, powinni stosować Chrysal Professional. Daje roztwór o odczynie kwaśnym. Dwa ml preparatu rozpuszcza się w 1 dm<sup>3</sup> wody wodociągowej. Czas traktowania kwiatów wynosi 4–24 godziny. Trwałość roztworu zachowuje się w ciągu 7–30 dni w zależności od temperatury i ilości kwiatów. Nie należy mieszać świeżego roztworu z używanym. Istnieje również środek o 5-krotnie niższej koncentracji **Chrysal–RVBN**. Zapobiega wyginaniu się szypułki pod pękiem u róż. Może być używany także jako odżywka w wazonie.

**Chrysal–OVB** hamuje rozwój bakterii i poprawia pobieranie wody u gipsówki wiechowatej i innych kwiatów gruntowych niewrażliwych na etylen. Czas traktowania kwiatów wynosi 4–24 godziny, w zależności od gatunku, w temperaturze 20°C.

Podobnie oddziałuje na cięte kwiaty roztwór zawierający cytrynian 8-hydroksychinoliny (8-HQC) w stężeniu 200 mg/dm<sup>3</sup> z dodatkiem 2–5% cukru. Stężenie cukru w mieszaninie nie powinno przekraczać 2% dla alstremerii i róży oraz dla innych kwiatów o zdrewniałych pędach.

**Żółknięciu liści** u alstremerii, wilczomleczu błyszczącego (*Euphorbia fulgens*) i lilii **zapobiega Chrysal–SVB**. Korzystnie wpływa na rozwój wszystkich pąków. Można go stosować z Chrysałem–AVB, który hamuje wytwarzanie etylenu. Dzięki czemu stymulowane jest kwitnienie, a pąki i liście nie opadają przedwcześnie.

**Do kondycjonowania kwiatów wrażliwych na etylen** używane są **Chrysal–EVB** i **Chrysal–AVB** oraz **tiosiarczan srebra**. **Chrysal–EVB** nie zawiera srebra. Stosowany jest do kondycjonowania wszystkich gatunków i odmian goździków, bezpośrednio po zbiorze. Zapobiega przedwczesnemu kurczeniu się pąków i umożliwia ich pełen rozwój z zachowaniem naturalnych barw. Zawiera stabilizatory, które pozostają aktywne bardzo długo.

**Chrysal–AVB** używany jest do kondycjonowania kwiatów goździków, frezji, lilii i większości kwiatów letnich. Zawiera tiosiarczan srebra. Hamuje wydzielanie etylenu w kwiatach i zapobiega jego wpływowi z zewnątrz. Zapobiega przedwczesnemu kurczeniu

i załamywaniu się pąków oraz ich opadaniu, zmianie barwy i zasychaniu kwiatów, a także liści. Preparat ten jest przeznaczony dla producentów kwiatów. Hurtownie i kwaciarnie powinny stosować Chrysal Professional. Można go używać razem z Chrysałem AKC, FVB i SVB. Dla kwiatów alstremerii i wilczomleczu pięknego 0,5 ml preparatu AVB rozpuszcza się w 1 dm<sup>3</sup> wody, dla innych kwiatów – 1 ml/dm<sup>3</sup> wody. Nie zawiera środków odżywczych, dlatego kwiaty traktuje się nim najwyżej kilka dni. Lilie traktuje się 4–36 godzin, a goździki i inne 2–72 godzin. Chrysal AVB daje roztwór o odczynie obojętnym. Do jego rozpuszczania można używać wody wodociągowej. Wskazane jest wykorzystanie roztworu w jak największym stopniu. Do resztek nie zużytego roztworu należy dodać proszek neutralizujący srebro.

Podobnie jak Chrysal-AVB oddziałuje na kwiaty **tiosiarczan srebra** (w skrócie STS). Roztwór STS przygotowuje się następująco: rozpuścić 0,075 g AgNO<sub>3</sub> (azotan srebra) w 500 ml wody destylowanej; rozpuścić 0,462 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 5H<sub>2</sub>O (uwodniony tiosiarczan sodu) w 500 ml wody destylowanej; wlewać roztwór azotanu srebra do roztworu tiosiarczanu srebra. Do przygotowania 10 lub 100 dm<sup>3</sup> roztworu należy użyć 10 bądź 100 razy więcej odczynników w tej samej proporcji. Roztwór STS służy do kondycjonowania wszystkich kwiatów wrażliwych na etylen. Może być używany w mieszaninie z cukrem dla kwiatów przeznaczonych do dłuższego przechowywania lub transportu. Kondycjonowanie goździków trwa od 20 minut w temperaturze 20°C do 24 godzin w temperaturze 0°C. Do kondycjonowania innych kwiatów wrażliwych na etylen można stosować roztwór STS łącznie z 2–5% zawartością cukru, podobnie jak goździki, po wstępnym sprawdzeniu. Roztworem STS można także opryskiwać rośliny doniczkowe wrażliwe na etylen, np. pelargonie i begonię ogrodową. Hamuje opadanie płatków i pąków kwiatowych oraz zapobiega odbarwianiu się liści.

**Środkami poprawiającymi kwitnienie** są Chrysal-AKC i Chrysal-GVB. **Chrysal-AKC** jest środkiem „wymuszającym” rozwój pąków u goździków, chryzantem, dalii, frezji i innych kwiatów. Szczególnie przydatny jest dla goździka szklarniowego, gdyż najczęściej zbiera się je w fazie pąka mało rozwiniętego. Przeznaczony jest dla producentów kwiatów i hurtowni. Kwaciarnie powinny stosować Chrysal Professional. W 1 dm<sup>3</sup> wody rozpuszcza się 40 g preparatu. Zawiera dużą ilość składników odżywczych, dlatego kwiatów nie można nim traktować dłużej niż 3–5 dni. Chrysal AKC nie zawiera środka hamującego wydzielanie etylenu, zatem w przypadku kwiatów wrażliwych na etylen, np. goździka, frezji i lilii należy dodać Chrysal AVB lub EVB. Czas traktowania zależy od etapu obrotu kwiatami (magazynowanie, przechowywanie, transport) i fazy rozwoju pąka. Podczas „wymuszania” rozwoju pąka temperatura powinna wynosić 23°C, a wilgotność powietrza 70%. Amplitudy temperatury są korzystniejsze od stałej wysokiej temperatury. Chrysal AKC daje roztworów o odczynie kwaśnym. Trwałość roztworu wynosi maksymalnie jeden tydzień.

**Chrysal GVB** stymuluje kwitnienie gipsówki wiechowatej i innych kwiatów letnich zbieranych w fazie pąka. Zawiera także składniki odżywcze.

Otwieranie pąków kwiatowych goździka stymuluje także roztwór składający się z azotanu srebra (AgNO<sub>3</sub>) i cytrynianu 8-hydroksychinoliny (8-HQC) oraz cukru, w proporcjach 50 mg/dm<sup>3</sup> AgNO<sub>3</sub> + 200 mg/dm<sup>3</sup> 8-HQC + 70 g/dm<sup>3</sup> cukru, w temperaturze 24–26°C przez 7–12 dni, w pomieszczeniu o dużej wilgotności powietrza i natężeniu oświetlenia 1500–2000 lux.

**Środkami uniwersalnymi** są Chrysal–Universal i Chrysal Professional. **Chrysal–Universal** może być stosowany do wszystkich kwiatów, zarówno uprzednio kondycjonowanych, jak i dla świeżo ściętych, czyli niekondycjonowanych. Zalecany jest do używania przez producentów, hurtownie, kwaciarnie oraz nabywców detalicznych do utrzymywania kwiatów w wazonach. **Chrysal Professional** ma doskonałe właściwości dezynfekujące i zawiera mało substancji odżywczej. Dlatego dla uzyskania pełnego rozwoju pąka kwiatowego klient powinien zastosować w wazonie amatorską odżywkę dla kwiatów ciętych. Preparat ten w największym stopniu zapobiega rozwojowi bakterii i długo utrzymuje w pojemnikach wodę czystą. Początek zanieczyszczenia wynoszący 2000 RLU (poziom zanieczyszczenia bakteriami), spowodowany przez włożenie do czystej wody zainfekowanych łodyg, bez dodawania jakiegokolwiek środka dezynfekującego, szybko wzrasta do 3000 RLU (poziom nie akceptowalny). Dodanie preparatu Chrysal–Universal szybko, lecz krótkotrwale obniża zanieczyszczenie do 1000 RLU. Natomiast dodatek Chrysalu Professional utrzymuje zanieczyszczenie poniżej 1000 RLU przez co najmniej 6 dni. Przygotowanie roztworu roboczego polega na rozpuszczeniu 10 ml środka w 1 dm<sup>3</sup> wody. Przed włożeniem pędów kwiatowych do roztworu należy końce ich skrócić ukośnie o 2 cm i usunąć dolne liście. Roztwór sprawdza się regularnie i gdy stanie się mętny, trzeba go wymienić i zastąpić nowym.

**Nową odżywką** do kwiatów ciętych jest u nabywców detalicznych **Chrysal Clear**. Nie powoduje on wytrącania się wapnia z wody dzięki czemu, jest ona czysta i przezroczysta i nie ma nieprzyjemnego zapachu. Zapobiega zatykaniu naczyń przewodzących, umożliwiając pobieranie wody wraz z substancjami odżywczymi. Kwiaty w wazonach szklanych i kryształowych długo zachowują świeżość.

**Pożywka amatorska.** W razie braku gotowej odżywki można ją przygotować we własnym zakresie. Do 1 dm<sup>3</sup> przegotowanej, ostudzonej i zlanej z osadu wody dodaje się pół łyżeczki od herbaty kwasu cytrynowego w proszku i pół łyżeczki roztworu zawierającego podchloryn sodu, np. Bielararu i jedną łyżkę stołową cukru. Roztwór po wymieszaniu wlewa się do wazonu. Po uprzednim przycięciu pędów wstawia się do niego kwiaty. Wymiana roztworu następuje co 4–5 dni i każdorazowo przycina się ukośnie pędy kwiatowe o 2–3 cm powyżej poziomu roztworu w wazonie. Końce pędów powinny być zanurzone w roztworze nie głębiej niż 3–5 cm. Oddziaływanie roztworu przygotowanego w opisany sposób należy sprawdzić na kilku kwiatach danego gatunku, zanim zacznie się go stosować rutynowo. Roztwór ten powinien być odpowiedni dla kwiatów ciętych większości gatunków, ale może niewiele zwiększać trwałość kwiatów szczególnie wrażliwych na etylen. Najlepsze są jednak odżywki specjalistyczne i dobrze dobrane do gatunku rośliny (Rudnicki, Goszczyńska, Nowak 1994 a, b, c).

## ***20.6. Rola cukru w przedłużaniu trwałości kwiatów ciętych***

Cukier, obok środków bakterio- i grzybobójczych, jest podstawowym komponentem niektórych odżywek. Po pobraniu z roztworu włącza się do metabolizmu kwiatu, pędu i liści. Dzięki temu kwiaty zachowują naturalne barwy, gdyż nie dochodzi w nich do niebieszczenia płatków. Gromadzenie cukru w płatkach powoduje wzrost substancji osmotycznie czynnych i zwiększa zdolność komórek do absorbowania wody oraz

utrzymania turgoru. Cukier wpływa zatem korzystnie na pobieranie wody. Kwiaty dokarmiane cukrem lepiej się rozwijają, są większe i efektywniej wybarwione. Stężenie cukru w roztworze odżywki zależy od gatunku, a także rodzaju zabiegu, jakiemu poddaje się kwiaty. W odżywkach mających zwiększyć trwałość kwiatów róż, chryzantem, lilii lub alstremerii stosuje się stężenie 0,5–2%. Dla kwiatów goździków i mieczyka wynosi ono 4–5%. Do otwierania pąków lub kondycjonowania kwiatów przed ich transportem bądź przechowywaniem stężenie sacharozy zwiększa się do 7–20%. Jednakże w najnowszych odżywkach cukier eliminowany jest z ich składu. Wychodzi się z założenia, że w czasie rozpoczynania wędnięcia kwiaty zawierają jeszcze dość dużo cukrowców i należy zapewnić im takie warunki, aby mogły wykorzystać swe własne, naturalne rezerwy (Łukaszewska 1993). Większość pożywek typu Chrysal nie zawiera w swoim składzie cukru. Dlatego dla dłuższego przetrzymywania w nich kwiatów cukier musi być do nich dodany. Odżywki do kwiatów eksponowanych już w wazonach – we wnętrzach zwykle zawierają cukier. Do odżywek dla kwiatów cyklamenów i cantedeskii cukru można nie dodawać, gdyż skraca ich trwałość (Łukaszewska 1997).

## ***20.7. Zabezpieczanie kwiatów przed działaniem etylenu***

Wrażliwość na etylen zależy od gatunku, odmiany i wieku rośliny oraz kompleksowego oddziaływania stresu wodnego, zawartości endogennych regulatorów wzrostu i cukrowców. Ma na to wpływ również temperatura, stężenie etylenu i czas jego oddziaływania, koncentracja tlenu i dwutlenku węgla w powietrzu otaczającym ścięte kwiaty. Kwiaty nie pobierające wody, czyli przetrzymywane na sucho, są bardziej podatne na egzogenny etylen.

### **Zabezpieczanie kwiatów przed działaniem etylenu polega na:**

- 1) przetrzymywaniu ich z dala od źródeł wydzielania tego gazu, np. z dala od kotłowni, silników spalinowych i przechowalni owoców;
- 2) nieprzewożeniu razem z owocami;
- 3) niełączeniu kwiatów rozwiniętych z pozostającymi w fazie pąka;
- 4) usuwaniu kwiatów uszkodzonych mechanicznie i przez szkodniki oraz porażonych przez choroby, gdyż są one źródłem intensywnej produkcji etylenu;
- 5) przechowywaniu w chłodniach;
- 6) składowaniu bezpośrednio po zbiorze i przed transportem;
- 7) przepuszczaniu powietrza otaczającego kwiaty cięte przez filtry pochłaniające etylen;
- 8) dobrej wentylacji pomieszczeń;
- 9) stosowaniu substancji blokujących syntezę lub działanie, np. azotanu srebra, tiosiarczanu sodu, estrów 8-hydroksychinolinyl;
- 10) hodowaniu odmian pełnokwiatowych bez pręcików lub wyposażonych w mechanizmy uniemożliwiające kiełkowanie pyłku na znamionach słupków (Łukaszewska 1993).

## 20.8. Przechowywanie kwiatów ciętych

Korzystnie na trwałość kwiatów ciętych – o czym już wspomniano – oddziałuje niska temperatura, odpowiednia dla danego gatunku. Niska temperatura hamuje rozwój pąków i kwiatów, zmniejsza intensywność oddychania, w którym zużywane są materiały zapasowe, syntezy etylenu, strat wody w wyniku transpiracji oraz ogranicza rozwój bakterii i grzybów. Im dłużej kwiaty poddawane są jej oddziaływaniu, tym lepiej zachowują świeżość w ostatnim ogniwie obrotu, czyli wazonie u klienta. Dlatego każdy zakład produkujący kwiaty cięte powinien posiadać chłodnię. Technicznymi aspektami budowy, wyposażenia i użytkowania chłodni zajmuje się przedmiot inżynieria ogrodnicza.

W chłodni możliwe jest długotrwałe przechowywanie kwiatów. Ma to szczególne znaczenie w produkcji wielkotowarowej (przemysłowej), gdzie obrót kwiatami prowadzony jest na dużą skalę. W naszym kraju w dystrybucji kwiatów występują okresy zwiększonego i małego popytu. Ta nierównomierność popytu wynika przede wszystkim z tradycji gwałtownego zapotrzebowania na kwiaty podczas popularnych imienin i niektórych świąt. Posiadanie chłodni umożliwia sterowaniem podaży i zapobiega stratom ponoszonym przez producentów i handel.

Do długotrwałego przechowywania nadają się m.in. goździki, tulipany, chryzantemy i piwonie. Kwiaty przeznaczone do przechowywania tnie się zawsze w pełni rozkwitu. Większość kwiatów przechowuje się w temperaturze około 0°C. Gatunki pochodzące ze stref tropikalnych i subtropikalnych wymagają wyższej temperatury. Niezbędna jest także wysoka wilgotność powietrza, aby kwiaty nie wędły. Nie ma to większego znaczenia, gdy kwiaty są przechowywane na sucho w gazoszczelnych opakowaniach. Ważna jest nieskazitelna czystość pomieszczeń i usuwanie z komór chłodniczych wszelkich resztek organicznych, które mogą stanowić podłoże dla rozwoju chorób oraz źródło etylenu. Konieczne jest również okresowe mycie i odkażanie komór w celu zniszczenia bakterii i zarodników grzybów.

Przechowywać można kwiaty na mokro i na sucho w chłodni zwykłej. **Na mokro**, czyli w wodzie lub roztworze odpowiedniej odżywki można przechowywać goździki z rozwiniętymi pąkami oraz kwiaty gerbery, mieczyka, wyżlinu większego, lili, gipsówki wiechowatej, frezji i inne. Temperatura komory powinna wynosić 1–5°C. Do przechowywania odpowiednie są naczynia plastikowe, nie wchodzące w reakcję ze składnikami pożywek. Kwiaty jednak rozwijają się i nie mogą być przechowywane dłużej niż kilka tygodni.

**Przechowywanie na sucho** zostało najpierw opracowane dla kwiatów goździków, a potem dla innych gatunków. Kwiaty goździków zebrane w fazie zamkniętego, całkowicie wypełnionego pąka lub w tzw. fazie krzyżyka, gdy widoczny jest ich kolor, można przechowywać nawet do 3–5 miesięcy. Odmiany goździka o kwiatach żółtych są mniej przydatne do długiego przechowywania ze względu na porażanie ich przez szarą pleśń (*Botrytis cinerea*). Natychmiast po ścięciu kwiaty przenosi się do pomieszczenia sąsiadującego z chłodnią i przygotowuje do przechowania. Polega to na sortowaniu, związaniu w pęczki i przycięciu pędów na jednakową długość. Następnie całe pęczki zanurza się na chwilę w roztworze fungicydu, a potem wstawia do ciepłego roztworu odpowiedniej odżywki



w celu kondycjonowania. Zabieg trwa 20–24 godziny. W tym czasie kwiaty obsychają z nadmiaru fungicydu i jednocześnie schładzają się. Jeśli kondycjonowanie odbywało się w temperaturze pokojowej, kwiaty należy schłodzić przez kilka godzin w chłodni. Temperatura kwiatów przeznaczonych do zapakowania musi być taka sama, jaka będzie panować w chłodni. Tak przygotowane kwiaty (z osuszonymi od pożywki końcami pędów) zawija się w papier chłonący wodę i pakuje do toreb foliowych zgrzewanych na gorąco, które umieszcza się na półkach pionowo. Temperaturę w komorze chłodniczej utrzymuje się na poziomie 0°C. Wyjmuje się je w miarę potrzeby.

Po wyjęciu z komory pozostawia się na kilka godzin w pomieszczeniu o temperaturze około 10°C, aby stopniowo przystosowały się do wyższej temperatury. Dopiero potem można je wyjąć z toreb, przyciąć końce pędów, umieścić w odżywce przyspieszającej rozwój pąków i przenieść do pomieszczenia o temperaturze optymalnej dla tego procesu.

**Przechowywanie w kontrolowanej atmosferze** polega na obniżeniu w komorze chłodniczej stężenia tlenu, a podwyższeniu koncentracji dwutlenku węgla. W takich warunkach zahamowane jest oddychanie i synteza etylenu. Kwiaty jednak rzadko przechowuje się w tego typu chłodni.

Przechowywanie kwiatów ciętych możliwe jest także w warunkach **podciśnienia** (101,3 hPa), lecz w praktyce bywa stosowane bardzo rzadko.



**Kwiaty cięte** powinny być tak przygotowane i zapakowane, aby podczas transportu nie zostały uszkodzone mechanicznie i nie podlegały szkodliwym wpływom warunków zewnętrznych. Większość kwiatów transportuje się na sucho w pudłach kartonowych. Wymiary opakowań są zróżnicowane i dopasowane do gatunku rośliny. W niektórych krajach są zunifikowane, co ułatwia obrót kwiatami i przynosi korzyść ekonomiczną. Pudła są zwykle długie i płaskie. Mała wysokość nie pozwala na umieszczenie w pudle zbyt grubej warstwy kwiatów, co zapobiega ich nadmiernemu zgniataniu. Kwiaty układa się w pudłach naprzemianlegle.

**Przygotowanie kwiatów do pakowania.** Bezpośrednio po zbiorze należy kwiaty posortować i związać w pęczki. Jeśli użyte mają być preparaty przedłużające trwałość to już na kwiatach związanych w pęczki. Następnie pęczki owija się w papier zwykły, woskowany, pergaminowy lub karbowany, celofan, folię polietylenową zwykłą, perforowaną lub pęcherzykową. Po owinięciu boczne brzegi zakleja się taśmą, spina zszywkami, a polietylen zgrzewa na gorąco. Wykorzystywane bywają także gotowe rękawy wykonane z takich samych materiałów.

**Pakowanie w pudle.** Pęczki układa się w pudle tak, aby kwiaty skierowane były do ścian szczytowych, z zachowaniem odstępu nie mniejszego niż 5–12 cm. Kładzie się je warstwami, oddzielając papierem lub tylko na kwiatach umieszcza się dwa mniejsze arkusze, co zapewnia lepsze składowanie zapakowanych pęczków po zamknięciu pudła. Wskazane jest całkowite, czyli ściśle wypełnienie pudła, dzięki czemu pęczki utrzymują stałą pozycję, nie przesuwają i nie obijają się.

Po zapakowaniu kwiatów pudło wiąże się z dwóch stron taśmą plastikową lub metalową. W każdym są przeważnie dwa otwory wentylacyjne zamykane wieczkami, umieszczone na przeciwległych ścianach szczytowych. Umożliwiają one szybkie schładzanie zapakowanych kwiatów metodą wymuszonego przepływu zimnego powietrza. Powietrza schłodzonego do temperatury 0–1°C wymagają róże, tulipany i frezja, do 2°C – gerbera i goździki, do 4°C – gipsówka wiechowata, mieczyki i glorioza, do 7°C – strelicja, do 7–10°C – storczyki, do 12°C – helikonja, do 13°C – anturium. Powietrze powinno swobodnie przepływać przez pudło i nie może być blokowane przez znajdujące się w nim kwiaty. Schładzanie trwa od 10 do 40 minut, w zależności od gatunku. Jeśli po schłodzeniu, w chłodni lub podczas transportu kwiaty będą stale utrzymywane w odpowiedniej dla danego gatunku temperaturze, to otworów wentylacyjnych się nie zamyka. W przeciwnym razie należy je zamknąć, aby do ich wnętrza nie przenikało ciepłe powietrze. Gdy transport odbywa się w warunkach niekontrolowanych, stosuje się opakowania specjalne, np. pudła wyłożone folią polietylenową, zwykłą lub perforowaną, o ścianach wewnętrznych izolowanych woskiem lub wykładane pianką styropianową grubości 0,5–1 cm.

Niektóre kwiaty, np. storczyków, gloriozy i anturium z powodu dużej wrażliwości na utratę wody nie mogą być transportowane na sucho. Na nasady pędów kwiatowych nakłada się plastikowe fiolki wypełnione wodą i zamknięte gumowym korkiem. Storczyki umieszcza się po kilka w pudle wypełnionym miękkim materiałem, np. sztucznymi trocinami zabezpieczającymi przed uszkodzeniem. Przymocowuje się je dodatkowo do dna pudła, aby wyeliminować przesuwanie.

Kwiaty gloriozy umieszcza się w szczelnych torebkach plastikowych, napełnionych powietrzem, które zapewnia dobrą ochronę. Następnie torebki te umieszcza się w kartonach. Do transportu na sucho anturium i gerbery służą pudła mające duże sztywne wkładki kartonowe z otworami, wyjmowane oddzielnie. W każdym otworze umieszcza się jeden pęd kwiatowy (Goszczyńska, Wawrzyńczak 1997).

Kwiaty ze względu na swą delikatność i krótką trwałość są trudne do transportu, zwłaszcza na większą odległość. Przewozi się je samochodem–chłodnią lub samolotem. Warunki transportu znoszą dobrze np. goździki, chryzantemy, gerbera i tulipany. Podczas transportu najważniejsze jest zabezpieczenie kwiatów przed etylenem i wzrostem temperatury wewnątrz opakowań (Łukaszewska 1993).

**Doniczki z roślinami** wkłada się do rękawów wykonanych z papieru, celofanu, włókniny, folii polietylowej lub specjalnej folii utrzymującej wilgoć i zapewniającej równomierną wymianę gazową z otaczającym powietrzem. Następnie rośliny ustawia się na plastikowych lub styropianowych tacach z oddzielnymi wgłębieniami na każdą doniczkę. Tak umieszczone doniczki nie przesuwały się podczas transportu. Tace są kwadratowe lub prostokątne i mogą być łatwo przenoszone przez jedną osobę. Tace można umieszczać także w pudłach. Większe rośliny w rękawach pakuje się do oddzielnych pudełek kartonowych. Tace lub pudła z roślinami ustawia się na paletach lub na wysokich wózkach z półkami o regulowanej wysokości. Palety lub wózki czasami owija się folią lub włókniną, dla zabezpieczenia roślin przed niekorzystnym wpływem warunków zewnętrznych oraz ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi podczas ich załadunku i rozładunku (Goszczyńska, Wawrzyńczak 1997).

Najlepszym środkiem transportu roślin doniczkowych są klimatyzowane pojemniki (kontenery) lub samochody z izolacją termiczną. Zimą rośliny przewożone w zbyt niskiej temperaturze mogą zmarznąć lub ulec nadmiernemu przechłodzeniu. Przemarznięcia objawiają się zwykle po kilku dniach, a przechłodzenie – czasami dopiero po kilkunastu dniach, przeważnie już u nabywców. Przechowywanie roślin doniczkowych w niskiej temperaturze, chociaż powyżej 0°C, powoduje ich przechłodzenie, które objawia się utratą walorów ozdobnych, zaburzeniami wzrostu trwającymi czasami bardzo długo, a także zamieraniem. Najczęstszymi objawami przechłodzenia są zmiany w zabarwieniu płatków (sinienie, czernienie), zahamowanie rozwoju pąków, opadanie pąków i kwiatów, rozległe „miękkie” plamy na liściach i pędach, żółknięcie i opadanie liści. Latem zbyt wysoka temperatura podczas transportu powoduje szybki rozwój pąków, przyspiesza starzenie się kwiatów, żółknięcie i opadanie liści oraz nadmierne wydłużanie się pędów.

Temperatura 2–5°C podczas transportu jest optymalna m.in. dla azalii, cyklamenów, popielnika (cyneraria), hortensji, kalanchoe, pantofelnika, pelargonii wielkokwiatowej, róż, chryzantem oraz roślin cebulowych uprawianych w doniczkach (hiacynty, szafirki, lilie, tulipany, narcyzy). Temperatury 10–16°C wymagają m.in.: browalia, eksakum (*Exacum affine* Balf.) klerodendrum, krosandra, siningia. Wymienione rośliny

o ozdobnych kwiatach nie powinny być przewożone dłużej niż 1–5 dni, gdyż źle znoszą ciemność. Dla roślin o ozdobnych liściach pochodzących z obszarów tropikalnych temperatura transportu wynosi od 10 do 18°C; 10–13°C dla ardisji (*Ardisia crenata* Sims), 15°C dla diffenbachii, 16–18°C dla ogłaonemy i trójskrzynu. W praktyce, w jednym samochodzie przewozi się najczęściej kilka lub kilkanaście gatunków roślin, dlatego utrzymuje się w nim temperaturę „uniwersalną” 16–18°C. Dla roślin mniej wrażliwych, np. cytryny [*Citrus limon* (L.) Burm.], aukuby (*Aucuba japonica* Thunb.), skimii (*Skimmia japonica* Thunb.) araukarii, mirtu, oleandra, palm temperatura podczas transportu może wynosić około 13°C. O temperaturze transportu decyduje także czas jego trwania. Im rośliny przewozi się dłużej, tym temperatura powinna być bardziej zbliżona do optymalnej (Nowak 1991).

- Antoszewski R., 1974. O regulacji procesów fizjologicznych rozważania teoretyczne. *Wiad. Bot.* 18: 37–45.
- Bach A., 1975. Pędzenie gałęzi krzewów ozdobnych. *Hasło Ogrodn.* 11: 20–23.
- Baranowski T., Górski R., 1994. Techniczne urządzenia w zwalczaniu chorób i szkodników w uprawie pod osłonami. Ogólnopolskie sympozjum „Wyposażenie szklarni i tuneli foliowych do uprawy warzyw i roślin ozdobnych”. Akademia Rolnicza w Poznaniu, Poznań, 25 lutego 1994 r.: 32–37.
- Bąbelewski P., 2008. Wpływ preparatu Asahi SL na jakość ukorzenionych sadzonek wybranych krzewów ozdobnych z rodzaju żywotnik (*Thuja* sp.). *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 525: 33–38.
- Breś W., Golec A., Komosa A., Kozik E., Tyksiński W., 1997. Nawożenie roślin ogrodnich. 1. Diagnostyka potrzeb nawozowych. Wyd. AR Poznań.
- Breś W., Łuczak P., 1996. Ocena właściwości hydrożelu Alcosorb (AS 400) oraz badanie możliwości jego stosowania jako komponentu podłoża. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 429: 65–68.
- Bruin D., 2000. Maximum hygiene for minimum risk. *Flower Tech.* 3 (7): 42–43.
- Buckman H.C., Brady N.C., 1971. Gleba i jej właściwości. PWRiL, Warszawa.
- Burchards O., 1971. Kalk in der *Rhododendron* – Kultur? *Jahrbuch Rhododendron und immergrüne Laubgehölze.* s. 25–31. Bremen.
- Cecot A., 1992. Aeroponika. *Hasło Ogrodn.* 12: 20 i 24.
- Cecot A., 1995. Rośliny „prowokacyjne”. *Hasło Ogrodn.* 10: 27.
- Chmiel H., (red.). 1980. Uprawa roślin ozdobnych. PWRiL, Warszawa.
- Chmiel H., 1993. Typy roślinności w różnych strefach klimatycznych. s. 30–45. Stan i kierunki ogrodnictwa ozdobnego w Polsce. s. 18–24. Zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne w produkcji roślin ozdobnych. s. 104–115. Przerwywanie stanu spoczynku i pędzenie roślin ozdobnych. s. 164–177, [w:] red. Chmiel H.: Uprawa roślin ozdobnych. Wyd. III. PWRiL, Warszawa.
- Chmiel H., Mynett K., Gradecka M., 1998. Hodowla nowych odmian mieszańcowych *Hippeastrum* × *chmielii*. Materiały z Ogólnopolskiej Konferencji „Ogrodnictwo ozdobne przełomu wieków”. Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja, Wydział Ogrodniczy, Katedra Roślin Ozdobnych. Kraków, 14–15 maja 1998. s. 30.
- Czekalski M., 1980. Patologiczne powstawanie korzeni przybyszowych na pędach kaliny koralowej (*Viburnum opulus* L.). *Rocz. Dendrol.* 33: 83–90.
- Czekalski M., 1984. Zdolność tumorów roślin drzewiastych do wytwarzania korzeni przybyszowych. *Wiad. Bot.* 28 (4): 307–314.
- Czekalski M., 1988. Rośliny tolerancyjne na glin. *Ogrodnictwo* 5: 22–24.
- Czekalski M., 1992. Nowe rośliny ozdobne. *Ogrodnictwo* 4: 17–18.
- Czekalski M., 1993. Biologiczne zwalczanie opuchłaka truskawkowca w produkcji szkółkarskiej drzew i krzewów ozdobnych. *Szkółkarstwo* 2: 28–30.
- Czekalski M., 1995. Miedź zapobiega nadmiernemu wzrostowi korzeni roślin w pojemnikach. *Szkółkarstwo* 2: 30–31.
- Czekalski M., 1999. Nie wykorzystane możliwości rozmnażania wegetatywnego roślin. *Pr. Ogródu Botan. Uniw. Wrocławskiego* 5 (1): 325–347.

- Czekalski M., Pokojowczyk K., Bojarczuk K., 1991. Przydatność ukorzeniacza do sadzonkowania roślin ozdobnych. *Ogrodnictwo* 4: 25–26.
- Erhardt W., Götz E., Bödeker N., Seybold S., 2008. Zander Handwörterbuch der Pflanzennamen. 18. Auflage, E. Ulmer KG, Stuttgart, ss. 983.
- Evers G., 1987. Die Anwendung von Bioregulatoren im Zierpflanzenbau. Verl. P. Parey, Berlin und Hamburg.
- Faber F.C., 1925. Untersuchungen über die Physiologie der javanischen Solfataren-Pflanzen. *Flora N.F.* 18/19.
- Fischer P., 1996. Kultursubstrate, s. 140–149. Ernährung und Düngung, s. 149–156. W: Zierpflanzenbau (red. W. Horn). Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin, Wien 1996.
- Fortman H., 1961. Die Staubsedimentation und Fragen der Staubwirkung im Gartenbau. *Die Deutsche Gartenbauwirtschaft*, 9: 251–253.
- Fossard R.A. de, 1976. Tissue culture for plant propagators. University of New England Printery. Armidale. ss. 409.
- Galaczjan R.M., 1979. Wozbuditeli bakterialnych opucholej kak stimulatory rosta rastienij. *Izd. Armjanskoj SSR. Erewan.*
- Goszczyńska D.M., Wawrzyńczak A., 1997. Pakowanie roślin ozdobnych przed transportem. *Hasło Ogrod.* 5: 57–59.
- Götz W., 1987. Ein Tag der Usambaraveilchen. *Zierpflanzenbau*, 26: 1026–1029.
- Górecki R., Paul M., 1993. Supersorbenty w ogrodnictwie. *Ogrodnictwo* 4: 12–13.
- Górka W., 1999. Pod osłoną nowych folii. *Hasło Ogrodnicze – Magazyn*, wrzesień 1999: 33–34.
- Górski R., 2003. Sposoby monitorowania szkodników w uprawach pod osłonami. *Owoce, Warzywa, Kwiaty* 14: 31–32.
- Górski R., Pawłowska K., Piątek H., 2007a. Integrowana ochrona gerbery (cz. I). *Hasło Ogrodnicze* 8: 172–175.
- Górski R., Piątek H., Pawłowska K., 2007b. Integrowana ochrona gerbery (cz. II). *Hasło Ogrodnicze* 9: 183–187.
- Grabowska B., Krause J., Mynett K., 1987. Uprawa cebulowych i bulwiastych roślin ozdobnych. PWRiL, Warszawa.
- Grantzau E., (bez daty). Kultursubstrate in Zierpflanzenbau. Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau, Hannover-Aglen, Landwirtschaftskammer Hannover. s. 47–62.
- Gumińska Z., 1964. Uprawa hydroponiczna roślin. Wrocł. Tow. Naukowe, Wrocław.
- Haber Z., Kałwińska A., 1996. Wpływ polyacrylamidu na wzrost rozsąd roślin kwietnikowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 429: 119–122.
- Hartmann H.D., Zengerle H.H., 1982. Steuerung der Wassergaben bei Gemüse unter Glas. *Taspo-Magazin*, August: 30–32.
- Hentig W.-U., 1982. Pflanzenbauliche Möglichkeiten der Energieeinsparung. *Gärtnerbörse und Gartenwelt* 34: 768–788.
- Hentig W.-U., 1983. Energooszczędne uprawy roślin ozdobnych. *Ogrodnictwo*: 1: 10–11; 2: 21–22; 3: 17–18; 4: 29–30; 5: 21–23; 6: 21–22 (tłumaczenie Kazimierz Mynett).
- Hetman J., 1978. Badania przydatności warstw podornych gleb różnych typów do przygotowania ziemi znormalizowanej stosowanej w uprawie gerbery. *AR Lublin, Rozpr. Naukowe* 54.
- Hetman J., Durlak W., 1996. INSOL-pH nowy nawóz do nawożenia roślin wymagających środowiska kwaśnego. Materiały z konferencji „Poprawa jakości i zdrowotności drzew i krzewów ozdobnych w szkółkach”. Skierniewice 17 stycznia 1996. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa i Polskie Towarzystwo Nauk Ogrodniczych. s. 13–15.
- Hetman J., Laskowska H., Durlak W., Martyn W., 1996. Wstępne badania nad możliwością wykorzystania akryzeli do zaprawiania nasion wybranych gatunków roślin ozdobnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 429: 127–132.

- Hetman J., Pogroszewska E., 1996. Wpływ Akrygelu RP na korzenie się i wzrost sadzonek skrzydłokwiatu odmiany Castor otrzymanych w warunkach *in vitro*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 149–154.
- Hetman J., Szot P., 1996. Wpływ akryżeli jako składników podłoża na korzenie się sadzonek gerbery odmiany Ferrari i Melody produkowanej *in vitro*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 155–161.
- Hetman J., Adamiak J., 2003. Wpływ Asahi SL na jakość podkładek róży wielokwiatowej (*Rosa multiflora* Thunb.). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 491: 61–68.
- Horn W., 1996. Licht. s. 99–116. W: Zierpflanzenbau (red. W. Horn). Blackwall Wissenschafts-Verlag Berlin-Wien.
- Jankiewicz L.S. (red.), 1997. Regulatory wzrostu i rozwoju roślin. Tom 1 i 2. PWN, Warszawa.
- Jerzy M., 1979. Sterowanie czynnikiem światła w całorocznej uprawie złocieni ogrodowych (*Chrysanthemum ×hortorum* Bailey). Zeszyty Naukowe ATR w Bydgoszczy, 67 (7).
- Jerzy M., 1991. *Syringa* L. – lilak: 207–211, [w:] Kwiaty cięte uprawiane pod szkłem i folią. Praca zbiorowa. Wyd. II. PWRiL, Warszawa.
- Jerzy M., 1992. Uprawa złocieni. PWRiL, Warszawa.
- Jerzy M., 1995. Biotechnologia w hodowli zachowawczej roślin ogrodniczych rozmnażanych wegetatywnie. V Ogólnopolski Zjazd Hodowców Roślin Ogrodniczych. Skierniewice. Część I: 45–50.
- Jerzy M., 1997. Rola eksplantatu w indukowaniu mutacji *in vitro* i tworzeniu roślin transgenicznych chryzantemy wielkokwiatowej (*Dendrathera grandiflora* Tzvelev). Hodowla Roślin i Nasiennictwo 2: 27–32.
- Jerzy M., 2003. Czy bezruch sprzyja rozwojowi roślin? Owoce, Warzywa, Kwiaty 23: 25.
- Jerzy M., Piszczek P., 1979. The retardation of chrysanthemum by mechanical stress applied at different stages of growth and development. Acta Hort. 91: 377–381.
- Jerzy M., Zalewska M., 1986/87. Ocena przydatności polskich odmian tulipanów do pędzenia metodą +5° w warunkach sztucznego oświetlenia. Prace Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa. Seria B Rośliny Ozdobne, 11: 51–57.
- Kałużko D., Szamotulski J.W., 1977. SI legalne jednostki miar. Wydawnictwa Normalizacyjne. Warszawa, 72.
- Kocira A., Laskowska H., 2005. Plon bulw potomnych acidantery dwubarwnej odmiany murielskiej w zależności od stężenia i formy aplikacji Asahi SL. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 504: 639–644.
- Komosa A., 1995. Podłoża inertne. Materiały z konferencji „Co nowego pod szkłem?”. (red. A. Lisiecka). Wielkopolski Związek Ogrodniczy, Fundacja Rozwoju Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej. Poznań, 28 lutego 1995, s. 9–18.
- Komosa A., 1997. Fertygacja w układzie recykulacyjnym. Owoce, Warzywa, Kwiaty, 17–18: 12–13.
- Krause J., 1987. *Crocus* L. – szarfan, krokus: 38–45; *Hiacinthus* L. – hiacynt: 110–119, [w:] Grabowska B., Krause J., Mynett K. Uprawa cebulowych i bulwiastych roślin ozdobnych. PWRiL, Warszawa.
- Krause J., 1991. *Narcissus* L. – narecyz: 166–177; *Tulipa* L. – tulipan: 212–224, [w:] Kwiaty cięte uprawiane pod szkłem i folią. Praca zbiorowa. Wyd. II. PWRiL, Warszawa.
- Krause J., 1992. Pędzenie lilii i tulipanów 5°C. Konferencja „Pędzenie ozdobnych roślin cebulowych”. SITO. Poznań 4. luty, 1992. s. 20–22.
- Krause J., 1997. Przechowalność cebul, bulw i kłaczy roślin ozdobnych. Hasło Ogród. 9: 83–85.
- Krause J., 2003. Co nowego w pędzeniu roślin cebulowych. Ogrodnictwo – Rośliny Ozdobne 6: 4–6.
- Krause J., Pałowska-Stepień A., 1992. Forcing of miscellaneous bulbs. Scientific Symposium in Bulb Research Centre, Lisse 29–30 October, Holand, s. 31.

- Kubiak K. i in., 1992. Ogrodnictwo w Polsce. Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Ogrodnictwa. s. 285–286. Warszawa.
- Kubiś J., 2009. Mechanizm działania poliamin w warunkach stresu deficytu wody u wybranych gatunków roślin uprawnych. Rozprawa proponowana jako habilitacyjna. Wydział Ogrodniczy Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
- Langeveld S., 1997. Rośliny transgeniczne – zagrożenie czy nadzieja? Hasło Ogrod. 5: 37–38.
- Libik A., 1996. O dokarmianiu upraw ogrodniczych CO<sub>2</sub>. Hasło Ogrodn. 9: 62–64.
- Libik A., Szubski J., 1997. Dokarmianie dwutlenkiem węgla w uprawach pod osłonami. Owoce, Warzywa, Kwiaty, 17–18: 18.
- Lisiecka A., 1988. Decyduje również jakość wody. Owoce, Warzywa, Kwiaty, 14: 9–10.
- Lisiecka A., 1994. Podłoża w uprawie gerbery wczoraj i dziś. Ogólnopolskie Sympozjum „Uprawa roślin szklarniowych na różnych podłożach. Poznań 20–21 maja 1994. s. 25–34.
- Lisiecka A., 1995. Plonowanie gerbery w różnych podłożach. Materiały z Sympozjum „Nowości w uprawie gerbery”. Poznań 2 czerwca 1995. s. 1–11.
- Lisiecka A., 2003. „Kokos” w uprawie gerbery. Hasło Ogrodnicze, 8: 70–72.
- Lisiecka A., Szczepaniak S., 1984. Wpływ podlewania na kwitnienie i wzrost alstremerii. Ogrodnictwo 7: 14–15.
- Lis-Krzyścin A., 1996. Zastosowanie łuski kakaowej w uprawie pelargonii rabatowej odmiany Susan Improved. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 203–207.
- Looman B.H.M., Van Kuik A.J., 1993. Chemical control of liverwort, moss and weeds in container-grown nursery stock. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 58/3a: 837–843.
- Łabanowski G., Orlikowski L., Wojdyła A., Skrzypczak Cz., Soika G., Jarecka-Boncela A., Kamińska M., 2009. Program ochrony roślin ozdobnych na rok 2009. Plantpress, Kraków. ss. 112.
- Łukaszewska A., 1993. Czynniki wpływające na trwałość kwiatów ciętych, s. 186–201; Obrót i przechowywanie kwiatów ciętych, s. 202–206; Transport ciętych kwiatów, s. 206–290, [w:] Uprawa roślin ozdobnych. 1993. (red. H. Chmiel). PWRiL, Warszawa.
- Łukaszewska A., 1997. Przedłużanie trwałości ciętych kwiatów geofitów. Ogrodnictwo 2: 19–20.
- Maethe H., 1997. Inkarhos – was ist das? Deutsche Braunschule 8: 424–425.
- Malepszy S., 1988. Sztuczne nasiona – przełom w nasiennictwie. Postępy Nauk Rolniczych 4: 3–15.
- Marczyński S., 1993. *Deutzia* Thunb. – żylistek, s. 472–474, [w:] Uprawa roślin ozdobnych. 1993. (red. H. Chmiel). PWRiL, Warszawa.
- Martyn W., 1996. Podłoża szklarniowe wykorzystywane w ogrodnictwie pod osłonami w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 223–228.
- Morawski P., Jarosiewicz A., 2004. Rośliny i światło. Hasło Ogrodnicze 5: 168.
- Muras P., 1994. Root Control Bag – nowa technologia uprawy drzew. Szkółkarstwo 2: 4–5.
- Murashige T., Skoog F., 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473–497.
- Mynett K., 1987. *Lilium* L. – lilia: 142–163. W: Grabowska B., Krause J., Mynett K. Uprawa cebulowych i bulwiastych roślin ozdobnych. PWRiL, Warszawa.
- Mynett K., 1991. *Lilium* L. – lilia, s. 155–160, [w:] Kwiaty cięte uprawiane pod szkłem i folią. Praca zbiorowa. PWRiL, Warszawa.
- Noordegraaf C.V., 1987. Development of new cut flower crops. *Acta Horticulturae*, 205: 25–31.
- Nowak J., 1991. W jakiej temperaturze należy przewozić rośliny doniczkowe? Hasło Ogrodn. 9: 19–20.
- Nowak J., 1995. Szkło ogrodowe 91+ najlepsze do pokrywania szklarni. Hasło Ogrod. 9: 36.
- Nowak J., 1996. Maty podsiąkowe dobre do produkcji roślin ozdobnych. Hasło Ogrod. 9: 68–69.
- Nowak J., 1997 a. Regulatory roślinne w uprawie roślin ozdobnych. s. 111–123, [w:] Regulatory wzrostu i rozwoju roślin. (red. L.S. Jankiewicz). PWN, Warszawa.

- Nowak J., 1997 b. DIF i „Chłodny poranek” – skarlanie roślin doniczkowych i rabatowych bez retardantów wzrostu. *Hasło Ogród*. 3: 56–57.
- Nowak J., 1997. Oddziaływanie roślin na samopoczucie, zachowanie i zdrowie człowieka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 449: 13–22.
- Nowak J., Strojny Z., 1995. Nawozy spowolnione w uprawie ozdobnych roślin doniczkowych. *Owoce, Warzywa, Kwiaty*, 1: 20–21.
- Oellrich W., 1997. Zwalczenie wątrobowców i mchu w Republice Federalnej Niemiec i w innych krajach Europy Zachodniej. III Szkółkarska Konferencja Naukowa „Poprawa zdrowotności i jakości drzew i krzewów ozdobnych”. Skierniewice, 22–23 stycznia 1997 r.: 42–49.
- Orlikowska T., 1997. Regulatory roślinne w kulturach *in vitro*. s. 219–247, [w:] *Regulatory wzrostu i rozwoju roślin*. (red. L.S. Jankiewicz). PWN, Warszawa.
- Orlikowska T., Jerzy M., 1994. Metody biotechnologiczne w nauce i produkcji kwaciarskiej. *Biotechnologia* 3 (26): 30–36.
- Orlikowski L., 1992. Biologiczna ochrona przed chorobami nie wyklucza fungicydów. *Hasło Ogród*. 7–8: 44–45.
- Orlikowski L., 1995. Wykorzystaj właściwości kory! *Hasło Ogród*. 3: 34–35.
- Orlikowski L., 1998. Czy Mogeton jest potrzebny szkółkarzom? *Szkółkarstwo* 2: 28–29.
- Orlikowski L., Owczarek M., 1997. Cukrowa zgnilizna nadal zagraża gerberom. *Hasło Ogród*. 9: 40.
- Orlikowski L.B., Antosik R., 1997. Mogeton w zwalczaniu mchu, wątrobowców i glonów w szkółkach roślin ozdobnych i w szklarniach w Polsce. III Szkółkarska Konferencja Naukowa „Poprawa zdrowotności i jakości drzew i krzewów ozdobnych”. Skierniewice, 22–23 stycznia 1997 r.: 50–55.
- Ostalski R., 1972. Utylizacja odpadków korowania w zakładach celulozowo-papierniczych przez przerób na nawozy organiczne. *Przegląd Papierniczy*, 12.
- Oszkinis K., 1976. Wpływ czynników meteorologicznych na wzrost i rozwój tulipanów (*Tulipa* sp.). *Roczn. AR w Poznaniu* 85, *Ogrodnictwo* 6: 143–154.
- Oświecimski W., 1996. Aktualne tendencje w wykorzystaniu podłoża nieorganicznych w uprawach pod osłonami. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 429: 9–13.
- Overbeek J. van., 1954. Nomenclature of plant regulators. *Plant Physiol.* 29: 307–308.
- Pacholczak A., 2003. Pojemniki. *Szkółkarstwo* 4: 80–84.
- Pałczyński A., 1991. Woda. s. 534–548, [w:] *Botanika*. (red. B. Polakowski). PWN, Warszawa.
- Pierik R.L.M., 1987. *In vitro* culture of higher plants. Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht. 344.
- Piróg J., 1993. Czynniki klimatyczne pod osłonami. s. 27–40, [w:] *Uprawa warzyw pod osłonami*. (red. T. Pudelski). PWRiL, Warszawa.
- Piróg J., 1997. Światło w produkcji ogrodniczej. *Owoce, Warzywa, Kwiaty*, 17–18: 15–16.
- Piskornik Z., 1994. Fizjologia roślin dla wydziałów ogrodniczych. Cz. I i II. Wyd. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie, Kraków.
- Plietzsch A., 1998. *Bacillus subtilis* bei der Vermehrung von Gehölzen im Einsatz. *Deutsche Baumschule* 12: 37–38.
- Plietzsch A., Glück A., Jesch H.-H., 1994. Bakterium fördert Wurzelbildung. *Deut. Baumschule* 3: 106–107.
- Pobudkiewicz A., 1996. Skarlanie i poprawa pokroju roślin doniczkowych. *Owoce, Warzywa, Kwiaty*, 20: 16.
- Poole R.T., Conover C.E., 1989. Production of ornamental foliage plants. *Acta Horticulture*, 246: 145–153.
- Preil W., 1990. Zur Auslese Kalktoleranter *Rhododendron* – Veredlungsunterlagen. *Jahrbuch Rhododendron und immergrüne Laubgehölze*, s. 95–102. Bremen.
- Przymęska J., 1999. Chryzantemy, materiały do zaciemniania. *Owoce, Warzywa, Kwiaty* 11: 35–36.



- Pudelski T., 1995. Podłoża organiczne w uprawie pod osłonami. Co nowego pod szkłem? (red. A. Lisiecka). Wielkopolski Związek Ogrodniczy, Fundacja Rozwoju Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej. Poznań, 28 luty 1995. s. 5–8.
- Ratajkiewicz H., 2004. Środki ochrony roślin pochodzenia naturalnego w uprawach pod osłonami. Owoce, Warzywa, Kwiaty 9: 38.
- Rheinhold J., 1966. Ratgeber für den Gemüsebau unter Glas. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Rinallo C., Mariotti D., 1993. Rooting of *Castanea sativa* Mill. shoots: Effect of *Agrobacterium rhizogenes* T-DNA genes. J. Hort. Sci. 68 (3): 399–407.
- Röber R., 1989. Wasserqualität bei geschlossenen Bewässerungssystemen. Deutscher Gartenbau, 43: 2408–2411.
- Rudnicki R., Goszczyńska D., Nowak J., 1994 a. Jak utrzymać jakość i trwałość kwiatów ciętych. Owoce, Warzywa, Kwiaty, 10: 19.
- Rudnicki R., Goszczyńska D., Nowak J., 1994 b. Jak utrzymać jakość i trwałość kwiatów ciętych po zbiorze i w obrocie. Cz. II. Owoce, Warzywa, Kwiaty, 13: 15.
- Rudnicki R., Goszczyńska D., Nowak J., 1994 c. Jak utrzymać jakość i trwałość kwiatów ciętych po zbiorze i w obrocie. Cz. III. Owoce, Warzywa, Kwiaty, 14: 14.
- Rugini E., Mariotti D., 1991. *Agrobacterium rhizogenes* T-DNA genes and rooting in woody species. Acta Hort. 300: 301–308.
- Rumpel J., 1999. Tunele różnej wysokości. Hasło Ogrodnicze – Magazyn, wrzesień 1999: 36–37.
- Rupprecht H., 1965. Treiben und Verführen von Blütengehölze. Neuman Verlag, Radebeul.
- Schubert M., Herwig R., 1990. Mieszkamy wśród kwiatów. Wyd. IV. PWRiL, Warszawa.
- Schüll U., 1993. Holzfasersubstrat auch für *Rhododendron* geeignet. Baumschulpraxis, 11: 489.
- Seemann J., 1957. Klima und Klimasteuerung in Gewächshaus. Bayr. Landwirtschaftsverlag, Bonn-München-Wien.
- Sendek E., 1997 a. Zagrożenie dla róz uprawianych na wełnie mineralnej. Hasło Ogrod. 7: 31.
- Sendek E., 1997 b. Growcube – obiecujące podłoże. Hasło Ogrod. 10: 15.
- Siwek P., 1996. Osłony z tworzyw sztucznych dla ogrodnictwa. Ogrodnictwo 5-6: 19–21.
- Siwek P., 1999. Polietylen, EVA i inne folie. Hasło Ogrodnicze – Magazyn, wrzesień 1999: 23–25.
- Soffer H., Burger D.W., 1989. Rooting cuttings in aero-hydroponics. Flower und Nursery Report for Commercial Growers, Spring 1989, s. 1–2. Cooperative Extension, University of California (U.S.A.).
- Sowiński A., 2004. Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin. Nauka i Praktyka 3 (68): 24–28.
- Starck J.R., 1984. Uprawa roli i nawożenie roślin ogrodniczych. PWRiL, Warszawa.
- Starck J.R., 1993. Podłoża stosowane w uprawie roślin ozdobnych. s. 58–70, [w:] Uprawa roślin ozdobnych. (red. H. Chmiel). PWRiL, Warszawa.
- Steffen K., 1988 a. Erfahrungen mit der Ebbe-und Flut-Bewässerung. Deutscher Gartenbau, 21: 1303–1310.
- Steffen K., 1988 b. Da hilft nur der Beckenbau. Deutscher Gartenbau, 21: 1320–1324.
- Strojny Z., 1993. Nawożenie roślin ozdobnych pod osłonami. Centrum Ogrodnicze „Skierniewice”. Skierniewice.
- Szafer W., 1949. Zarys ogólnej geografii roślin. Spółdzielnia Wydawnicza „Czytelnik”, Warszawa.
- Szendel J.A., Hetman J., 1974. Ziemia znormalizowana „S” (standard) do produkcji roślin ozdobnych. Wyd. Akademii Rolniczej w Lublinie.
- Ślęk B., 1996. Doświetlanie asymilacyjne za pomocą lamp SON-T Agro. Hasło Ogrod. 9: 70.
- Treder J., Matysiak B., 1996. Uprawa roślin doniczkowych na stołach zalewowych. Hasło Ogrod. 9: 61–62.
- Turski R., Hetman J., Słowińska-Jurkiewicz A., 1980. Podłoża stosowane w ogrodnictwie szklarniowym. Roczniki Nauk Rolniczych, Seria D, 1180. s. 1–88. PWN, Warszawa.

- Twardowski T., 1997. Rośliny transgeniczne a legislacja i bezpieczeństwo. *Postępy w Ochronie Roślin*, 37 (1): 271–280.
- Tyl T., 2008. Rodzaje kurtyn i środków do cieniowania. *Hasło Ogrodnicze*, 12: 20-25.
- Viscardi D., 1995. Vefisystem, kompleksowa technologia uprawy kwiatów doniczkowych i rabatowych. *Owoce, Warzywa, Kwiaty* 13: 20–21.
- Vogel G., 1981. Gemüseproduktion unter Glas und Platten. *Natürliche und Material Technische Voraussetzungen*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Wawra A., 1997. Kalktolerante Rhododendren im verkauf. *Deutscher Gartenbau*, 34: 1816–1817.
- Went F.W., 1957. *The experimental control of plant growth*. Waltham, Massachusetts, U.S.A.
- Wilkaniec B., (red.). 2002. *Entomologia stosowana*. Wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, ss. 246.
- Wize A., 1999. Zamiast regulatorów wzrostu... szlaban dla podczerwieni. *Hasło Ogrodnicze – Magazyn*, wrzesień 1999: 28.
- Wojdyła A., 2002. Dezynfekcja szklarni po zakończonym cyklu uprawy. *Owoce, Warzywa, Kwiaty* 17–18: 60, 62.
- Wojdyła A., 2004. Dezynfekcja pożywki w zamkniętych systemach uprawy roślin ozdobnych. *Hasło Ogrod.* 5: 192–195.
- Wolski T., Gliński J., Hetman J., 1996. Sorbent poliamidowy PA-6 jako komponent podłoży ogrodniczych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 429: 325–332.
- Wóycicki S., 1968. *Uprawa roślin ozdobnych*. Wyd. IV. PWRiL, Warszawa.
- Zabeltitz Ch. von., 1982. *Szklarnie, projektowanie i budowa*. PWRiL, Warszawa.
- Zajączkowski P., Sowiński W., (bez daty). *Technologia Efektywnych mikroorganizmów*. Stron 16.